

УДК 697.941

Толстова Юлия Исааковна,

доцент,
кафедра теплогазоснабжения и вентиляции,
Институт Строительства и Архитектуры,
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
г. Екатеринбург, Российская Федерация

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО БАСЕЙНА ГОРОДОВ ПРИ ПЕРЕВОДЕ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ТВЁРДОЕ И ЖИДКОЕ ТОПЛИВО

Аннотация:

Рассматриваются возможные экологические последствия загрязнения воздушного бассейна городов при переводе источников теплоснабжения с природного газа на иные виды топлива. Предложена методика оценки загрязнения приземного слоя атмосферы по соотношению теплотворной способности топлив.

Ключевые слова:

Экологические и теплотехнические характеристики топлив, рассеивание выбросов, приземный слой атмосферы.

Введение. В настоящее время многие страны переводят источники теплоснабжения (ТЭЦ и котельные) с природного газа на твёрдое топливо. Основные виды твёрдого топлива – уголь и торф. Они отличаются от газового топлива более низкими значениями показателя «теплота сгорания» $Q_{н}^P$ и более высоким содержанием вредных веществ в отходящих газах.

При этом увеличивается расход топлива для обеспечения необходимой тепловой нагрузки, объём выброса и количество вредных веществ в выбросах источников теплоснабжения. Учёт возможных экологических последствий необходим при обосновании выбора вида топлива.

Предмет и методы исследования. В статье приведены результаты расчётов содержания токсичных веществ при сжигании топлив на примере каменного угля, мазута и природного газа. Выполнена сравнительная оценка показателя теплоты сгорания $Q_{н}^P$ этих топлив и установлено, что наибольшее значение теплотворной способности имеет природный газ. Этим объясняется увеличение расхода топлива при замене природного газа на другие виды топлива.

Результаты исследования. В табл. 1 приведены данные о содержании вредных веществ в выбросах источников теплоснабжения и предельно – допустимых концентрациях (ПДК) в приземном слое атмосферы по данным [1-3]. Представленные данные показывают, что содержание основных вредных веществ в выбросах имеет наибольшее значение для твёрдого топлива и мазута. Это приводит к загрязнению приземного слоя атмосферы и нарушению требований действующих норм.

В результате уменьшения значения показателя теплоты сгорания $Q_{н}^P$ увеличивается расход топлива и выброс вредных веществ.

Введём коэффициент b равный отношению значений показателя теплоты сгорания $Q_{н}^P$ для каменного угля и природного газа:

$$b = Q_{н}^P_{ку} / Q_{н}^P_{газ} . \tag{1}$$

Таблица 1 - Концентрации токсичных веществ в продуктах сгорания, г/м³

Токсичное вещество	Вид топлива			ПДК в воздухе населённых мест, мг/м ³ [5]
	Кам. уголь	Мазут	Прир, газ	
Оксиды серы в пересчёте на SO ₂ , г/м ³				0,5
	3,0	4,0	следы	
Оксиды азота в пересчёте на NO ₂ , г/м ³				0,4
	0,4 - 1	0,6 – 1,1	0,05 – 0,1	

Оксид углерода CO, г/м ³				5
	0,02 – 0,05	– 0,01	–	
	0,3	0,5	0,1	

Анализ данных справочной литературы [3] показывает, что значение коэффициента b изменяется пределах от 0,7 до 0,5 в зависимости от места добычи угля. Выразим расход топлива расход топлива через отношение тепловой мощности и теплотворной способности топлива $B = Q / Q_{н.р.}$.

Тогда мощность источника выброса можно определить по соотношению:

$$Q = Q_{н.р.} * B.$$

При подстановке значений показателя B получим, что при переводе котельных на твёрдое или жидкое топливо мощность источника тепла увеличится в 1,4–2 раза. Соответственно увеличится содержание вредных веществ в отходящих газах при сохранении расхода удаляемого воздуха.

Так как максимальная концентрация вредного вещества c_m пропорциональна количеству вредных веществ (ВВ) в выбросе, то значение c_m при переводе источника тепла на твёрдое топливо также повысится.

В действующих источниках теплоснабжения реконструкция систем очистки выбросов не представляется возможной без остановки и прекращения работы.

Для предварительной оценки возможного прироста концентрации вредных веществ при переходе на твёрдое и жидкое топливо используем зависимость для расчёта рассеивания выбросов, приведённую в Приказе Минприроды №273 «Методы расчётов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе» [4], введённого с 2018 г. взамен Методических указаний ОНД - 86.

Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества c_m для нагретых выбросов определяется по формуле

$$c_m = \frac{AMFm\eta_p}{H^2(V\Delta T)^{1/3}}, \quad (2)$$

где A - коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, $c^{2/3} * м^2 * град^{2/3} / г$;

M - количество вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу, г/с;

F - коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе; H - высота трубы, м;

V - расход выбрасываемого воздуха или газов, м³/с; ΔT - разность температур выбрасываемого воздуха или газов, К; m, n - коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья ИВВ;

η_p - коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности; при перепаде высоты менее 50 м $\eta_p = 1$.

Зависимость (2) показывает, что основными параметрами, оказывающими влияние на значение максимальной приземной концентрации, являются количество вредного вещества M и расход отходящих газов V (продуктов сгорания).

Если при переходе на твёрдое топливо не предусматривается реконструкция системы удаления выбросов и дополнительная очистка отходящих газов, то расход выбрасываемого воздуха или газов V остаётся таким же, как при газообразном топливе. При этом увеличится количество вредного вещества M , значение которого зависит от расхода топлива, определяемого по величине тепловой нагрузки и теплотворной способности принятого вида топлива $Q_{н.р.}$.

Анализ справочных данных [1 – 3] показывает, что теплотворная способность (теплота сгорания) $Q_{н.р.}$ зависит от вида топлива и географического расположения места добычи топлива.

Для твёрдых видов топлива значение $Q_{н.р.}$ изменяется в пределах от 20 до 30 МДж/м³ для каменного угля до 10 МДж/м³ для торфа. Для газового топлива интервал значений $Q_{н.р.}$ составляет 33 – 59 МДж/м³. Примем среднее значение теплотворной способности для твёрдого топлива $Q_{н.р.} = 25$ МДж/м³, для газа эта величина составит $Q_{н.р.} = 46$ МДж/м³.

Таким образом, расход топлива B можно рассчитать по соотношению величин тепловой нагрузки Q и теплотворной способности принятого вида топлива $Q_{н.р.}$:

$$B = Q / Q_{н.р.} \quad (3)$$

Полученное соотношение показывает, что при замене вида топлива с природного газа на твёрдое или жидкое топливо расход топлива B увеличивается почти вдвое.

Так как количество вредного вещества M пропорционально расходу топлива B , то при переходе на твёрдое топливо количество вредного вещества M в выбросе может увеличиться пропорционально соотношению теплотворной способности газа и твёрдого топлива.

Результаты расчётов показывают, что ожидаемое максимальное значение приземной концентрации вредного вещества для нагретых выбросов при использовании твёрдого и жидкого топлива вместо природного газа также возрастает.

Выводы:

1. Сформулированы основные показатели оценки уровня загрязнения воздуха при переходе на твёрдое и жидкое топливо. Рост приземных концентраций связан с соотношением теплотворной способности топлив.
2. Установлено, что существующие системы очистки отходящих газов не позволяют компенсировать рост показателей загрязнения приземного слоя атмосферы при переходе на твёрдое топливо.
3. При замене вида топлива необходимо совершенствование системы очистки отходящих газов, что требует дополнительных затрат пропорционально соотношению теплотворной способности топлив.
4. Использование действующих нормативных документов для расчёта рассеивания выбросов [4] позволяет обосновать выбор вида топлива и разработать мероприятия по снижению загрязнения на стадии проектирования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сигал И.Я. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива. СПб: Недра. 2017. 312с.
2. Ионин А.А. Газоснабжение: учебник для ВУЗов. 5 – е изд. М.: Стройиздат. 2012. 448с.
[http:// thermalinfo. ru](http://thermalinfo.ru). Удельная теплота сгорания топлива и горючих материалов.
3. Приказ Минприроды №273 «Об утверждении методов расчётов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе». М.: Минюст. 2018. 112с.
4. ГН 2.1.6.3492-17. Предельно–допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений (с изменениями на 31 мая 2018 года).

Tolstova Yulia Isaakovna

Associate Professor,

Department of Heat and Gas Supply and Ventilation,

Institute of Construction and Architecture,

Ural Federal University named after the first president of Russia B.N. Yeltsin,

Ekaterinburg, Russian Federation

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF CITY AIR POLLUTION IN THE TRANSFER OF HEAT SUPPLY SOURCES TO SOLID AND LIQUID FUEL

Abstract:

The possible environmental consequences of the state of the air basin of cities during the transfer of heat supply sources from natural gas to other types of fuel are considered. A technique for estimating the pollution of the surface layer of the atmosphere by the ratio of the calorific value of fuels is proposed.

Keywords:

Environmental and thermal characteristics of fuels, emission dispersion, the surface layer of the atmosphere.