УДК 681.5:66.012

НОВЫЙ ИНФРАЗВУКОВОЙ МЕТОД ОЧИСТКИ ВЫБРОСОВ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

Блинаева Е.В., Смаилова С.С.

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева, Усть-Каменогорск, Казахстан

Работа выполняется в рамках грантового финансирования МОН РК, договор № 594 (82-421-13).

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты экспериментальных исследований воздействия звуковых волн низкой частоты на пылегазовый поток, с целью снижения концентрации вредных веществ, приведены уравнения, обосновывающие предположение о механизме снижения загрязняющих веществ в выбросах от объектов теплоэнергетики.

ВВЕДЕНИЕ

Влияние топливно-энергетического комплекса на окружающую среду носит отрицательный характер. Основными проблемами при сжигании органического топлива является загрязнение окружающей среды окислами азота, серы, золой. Также велико влияние ТЭС (теплоэлектростанций) на парниковый эффект вследствие выбросов углекислого газа. Для уменьшения вредного воздействия на окружающую среду необходимо разрабатывать более эффективные технологии сжигания органического топлива и организовать систему экологического мониторинга на тепловых станциях.

В настоящее время на долю теплоэнергетики приходится 42 % общих выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников. В соответствии с постановлением правительства РК № 1232 от 14 декабря 2007 г. все вновь вводимые и существующие котлы ТЭС с 01.01.2013 г. должны иметь пониженные эмиссии выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Так, например, для котлов производительностью до 420 т/ч нормативы выбросов составляют: по окислам азота 350 мг/нм^3; оксидам серы 700-1400 мг/нм^3; твердым частицам 150-500 мг/нм^3.

В настоящее время имеются четыре направления борьбы с загрязнителями приземной атмосферы: оптимизация процесса сжигания топлива; очистка топлива от элементов, образующихся при сжигании загрязняющих веществ; очистка дымовых газов от загрязняющих веществ; рассеивание загрязнителей в атмосферном воздухе.

Поскольку запасы углей среди всех топлив максимальны и будущая энергетика может быть обеспечена ими минимум на 500 лет, развитие угольной «экологически чистой» теплоэнергетики является одной из наиболее актуальных проблем. Разведанные запасы угля составляют 80 % от всех запасов органического топлива. Токсичность продуктов сгорания угля в 10-50 раз выше, чем природного газа. При увеличении доли угля в энергетическом балансе последует рост выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Всё это подтверждает необходимость в организации эффективной системы экологического мониторинга. Для организации экологического мониторинга необходимо контролировать содержание газовых и твёрдых выбросов топливосжигающих предприятий.

МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для решения проблемы на базе ТОО «АЭС Согринская ТЭЦ» г.Усть – Каменогорска были проведены экспериментальные испытания воздействия звуковых волн низкой частоты на пылегазовый поток, с целью снижения концентрации вредных веществ.

© Блинаева Е.В., Смаилова С.С.

При сжигании топлива в постоянном режиме, образовавшийся пылегазовый поток со средней скоростью 24,45 м/с и температурой 182˚С, очищался в скруббере, в который подается под давлением вода из эмульгатора. После скруббера прибором MSI 150 PRO производились замеры концентраций следующих загрязняющих веществ: окислов азота NOx, окислов серы SO2, оксида углерода CO, также определялась запыленность газов. Затем устанавливался прибор ИФС-1 в люк эмульгатора так, чтобы подача инфразвукового излучения с частотой до 30 Гц осуществлялась в объеме всей воды, циркулирующей в эмульгаторе. После инфразвукового воздействия прибором MSI 150 PRO повторно осуществлялись замеры концентраций загрязняющих веществ. Схема опытной установки представлена на рисунке 1.

При проведении эксперимента использовались положения теории эксперимента [1]. Замеры выполнялись в следующем порядке:

1) ежедневно с 8.00 до 9.00 контролировалась концентрация загрязняющих веществ в дымовых газах с интервалом 15 мин. Полученные средние значения измерений фиксировались.

2) в 9.00 в патрубок дымохода направлялся инфразвуковой поток из облучателя ИФС-1 в течение 1-го часа.

3) с 10.00 до 11.00 проводились контрольные замеры концентраций загрязняющих веществ в дымовых газах с интервалом 15 мин. Полученные средние значения фиксировались.

4) с 11.00 инфразвуковой прибор ИФС-1 был отключен до 13.00.

5) с 13.00 до 14.00 контролировалась концентрация загрязняющих веществ в дымовых газах с интервалом 15 мин. Полученные средние значения измерений фиксировались.

6) в 14.00 в патрубок дымохода направлялся инфразвуковой поток из облучателя ИФС-1 в течение 1-го часа.

7) с 15.00 до 16.00 проводились контрольные замеры концентраций загрязняющих веществ в дымовых газах с интервалом 15 мин. Полученные средние значения фиксировались.

8) с 16.00 инфразвуковой прибор ИФС-1 был отключен.

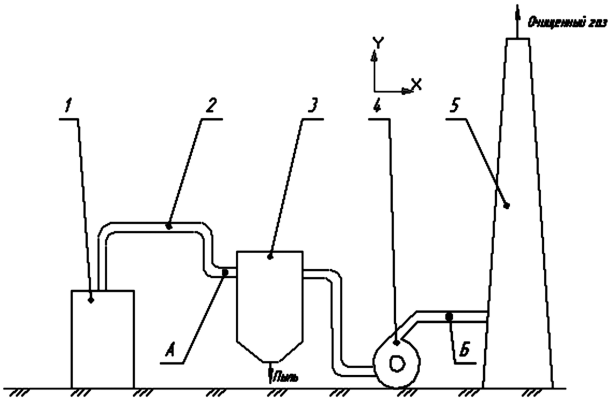

Рис.1 Схема газоотводящего тракта: 1 – котлоагрегат; 2 – газоход; 3 – скруббер; 4 – дымосос; 5 – дымовая труба; А – место установки прибора ИФС-1; Б – место проведения замеров.

Замеры выполнялись в первую смену работы ТЭЦ при постоянном контролируемом технологическом режиме, в течение 5 рабочих дней. В таблице 2.1 представлены результаты натурных экспериментов.

Таблица 2.1.

Усредненные результаты проведенных натурных экспериментов с применением прибора ИФС – 1.

Концентрации веществ	Значение определяемых параметров, мг/м^3			
	SO_2	NO_x	CO	Запыленность
До облучения пылегазового потока инфразвуком	603	700	800	1102
После облучения пылегазового потока инфразвуком	489	606	487	964
% снижения концентрации загрязняющих веществ	19	13	39	13

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Известно, что при воздействии волн низкой частоты на молекулы воды происходит разрыв связей, в результате появляется ион водорода H^+. Полученные результаты подтверждены патентом Республики Казахстан №2634 – «Способ обработки воды и водных систем внешним физическим силовым воздействием» (Автор Казаков О.А.).

Обнаруженные эффекты могут быть объяснены удалением из воды и водных растворов под действием инфразвука растворенных газов, в первую очередь – углекислого, образующего с водой нестойкую угольную кислоту, т.к. действие инфразвукового излучения нарушает равновесие:

$$CO_2 + H_2O = H_2CO_3 = H^+ + HCO_3 \qquad (1)$$

За счет чего изменяется pH водного раствора в щелочную область, т.е. происходит дегазация воды - удаление из нее растворенных (свободных) газов.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы: в состав рабочего топлива входит влага и, следовательно, при его сжигании полученный пылегазовый поток содержит в себе молекулы воды. Под воздействием инфразвука, согласно уравнению (1), из воды удаляются растворенные газы с образованием иона водорода H^+, который в свободном состоянии находится лишь доли секунды; затем, в результате химических реакций, соединяясь с газами SO_2, NO_x и CO, образует кислоты, тем самым, снижая количество газообразных выбросов вредных веществ;

$$2H^+ + 2OH^- + 2SO_2 + \hat{I}_2 = 2H_2SO_4 \qquad (2)$$

$$2H^+ + 2OH^- + 2N_2O_{\delta} + \hat{I}_2 = 4HNO_3 \qquad (3)$$

$$H^+ + OH^- + CO_2 = H_2CO_3 = H^+ + HCO_3^- \qquad (4)$$

Согласно уравнению (4), наблюдается повторное выделение иона водорода H^+ в результате разложения угольной кислоты, т.е. наблюдается эффект двойного образования иона водорода. Образовавшаяся кислота, оседая на мелкодисперсных частицах пыли, способствует ее коагуляции, что позволяет повысить эффективность работы эксплуатируемых пылеуловителей.

Научная новизна работы заключается в том, что на основании проведенных экспериментов возможна разработка математической модели инфразвукового пылегазоулавливания, выявившей основные определяющие факторы и степень их влияния на конечные результаты пылегазоочистки дымовых газов, что позволит обосновать необходимость автоматизации управления процессом инфразвуковой пылегазоочистки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю.П.Адлер,Е.В.Маркова,Ю.В.Грановский. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Наука, Москва, 1996. Y.Adler, E.Markova, Y.Granovski (1996). *Planirovanie eksperimenta pri poiske optimal'nikh uslovi'* [Design of experiments in search of optimum conditions], Science, Moskow.
2. Блинаева Е. В. Методы очистки газов от вредных компонентов/ Материалы XI Международной научно- практической конференции «Качество-стратегия XXI века», Томск, 2006 г. Blinaeva Y. (2006) *Metody ochistki gasov ot vrednykh komponentov*/ Materialy XI konferencyi "Kachestvo – strategia XXI veka" [Methods for cleaning up emissions from hazardous components], Tomsk, Russia.
3. Штокман Е.А. Очистка воздуха. - М.: Изд-во АСВ, 1999. Shtokman E. (1999) *Ochistka vozdukha* [Air purification], ACB, Moskow, Russia.