

УДК 624:502.53

В.И. Дайнеко, Д.А. Киссин, Н.В. Степанов

Севастопольский национальный технический университет

Студгородок, г. Севастополь, Украина, 99053

E-mail: root@sevgtu.sebastopol.ua

ГАЗООЧИСТКА ПРИ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Проведен сравнительный анализ газоочистки на отечественных и зарубежных мусоросжигающих заводах. Предложена рациональная система очистки газов, предусматривающая использование отечественного газоочистного оборудования.

Утилизация твердых бытовых отходов актуальна для муниципальных властей во всем мире. Если до XX в. в основном использовались городские свалки, то в прошлом столетии появилось мусоросжигание и возникла необходимость очистки дымовых газов от вредных выбросов. Поиск экономически целесообразных и экологически достаточных способов очистки не прекращается и в наши дни; они регламентируются нормами ПДК и экологическим мониторингом [1].

В настоящее время практически все мусоросжигающие заводы Украины оборудованы газоочисткой, представляющей собой электрофилтры ЭГА-30-7,5-4-3, улавливающие твердые частицы летучей золы. Существуют разработанные Запорожским индустриальным институтом более совершенные агрегаты, один из них установлен на мусоросжигающем заводе в г. Киеве. Эти электрофилтры, работая десятки лет, морально и физически устарели и не удовлетворяют санитарным нормам выбросов даже по пыли, которая по требованиям экологических и санитарных служб составляет не более 50 мг/м^3 .

Анализ работы мусоросжигающих заводов Германии, Швеции, США, Франции, Дании и других стран показал, что для достижения санитарных норм выбросов как по пыли, так и по химическим составляющим, система газоочистки должна включать элементы как механической, так и химической очистки дымовых газов. Так, например, Мангеймский энергетический завод сжигания отходов (MVV) (Германия) оборудован одной из наиболее прогрессивных в Европе системой очистки дымовых газов, которая предусматривает не только фильтрацию, но и оптимальную продолжительность тепловой обработки бытовых отходов в зонах высоких температур, что обеспечивает минимальное выгорание углерода и разрушение диоксида во время горения. Заявленная компанией MVV степень очистки дымовых газов составляет: твердые частицы – 99%, диоксид серы (SO) – 97%, окиси азота (NO) – 85%, тяжелые металлы – 99%, хлористый водород (HCl) – 99%, диоксин и фуран – 99%.

ТЭС Норд в Мюнхене включает два блока оснащенных дорогостоящими установками по очистке дымовых газов. На первом блоке уменьшение

выбросов окиси азота происходит по методу Термо NO [2]. Этот метод основывается на бескатализаторном восстановлении содержания в топочном газе окисей азота с помощью аммиака при температуре 800°C. Затем в электрофильтрах происходит отделение летучей золы, а также основной части предварительно высушенных после мокрой промывки реакционных солей. На третьем блоке, сжигающем отходы, очистка уходящих газов обеспечивается методом промывки (метод SCR). Уменьшение выбросов окиси азота происходит в результате применения метода селективного катализаторного восстановления. Дополнительно блок оснащен фильтром, пропитанным смесью активированного угля и известняка, значительно снижающего выбросы диоксида и фурана, а также тяжелых металлов.

Мусоросжигающий завод «Renova» Гетеборг (Швеция) имеет трехступенчатую систему очистки. Непосредственно за паровым котлом установлен электрофильтр, который обеспечивает улавливание твердых частиц. Второй ступенью является очистка в моечном и конденсационном реакторах (установка DeNO) с применением аммиачного раствора. Данная установка работает по методу селективного катализаторного восстановления (SCR).

Третьей ступенью является рукавный тканевый фильтр. Система обеспечивает уровень выбросов CO не более 9%. По такой схеме мусоросжигающего завода практически отсутствуют выбросы диоксинов и фуранов в окружающую среду, что подтверждается результатами измерений немецкого TUV на электростанции Фёльклинген при использовании топлива из мусора.

Технологическая схема Хёльтера, по которой построена электростанция Фёльклинген, как показали исследования, не требует предварительной сортировки мусора перед сжиганием. В такой схеме благодаря низкому содержанию серы в отходах и использованию дожига за счет выхлопных газов газотурбинного двигателя в несколько раз уменьшается содержание вредных веществ (например, SO) в дымовых газах. Примечательно, то что все эти заводы находятся в пределах жилой застройки городов, а это налагает определенные градостроительные требования как на их внешний вид, так и на уровень вредных выбросов. Все здания, технологическое оборудование и прилегающая территория составляют единую архитектурную композицию и, прекрасно вписываясь в ландшафт городов, не имеют проблем с экологическими службами города.

Таким образом, все зарубежные мусоросжигающие заводы имеют разные схемы газоочистки, основу которых составляют электрофильтры, катализаторы окиси азота, установки по бескатализаторному восстановлению окисей азота и рукавные тканевые фильтры, которые в разных сочетаниях применяются в мировой практике.

На основании анализа существующих систем очистки дымовых газов, с учетом опыта развитых стран по переработке твердых бытовых отходов и, исходя из проведенных исследований, предлагается оптимизированная система газоочистки на базе использования когенерационного цикла, которая изображена на рисунке 1.

Рисунок 1 – Схема газоочистки: 1– котел; 2 – реактор (полусухой или сухой); 3 – электрофильтр; 4 – дымосос; 5 – теплообменник

Расчеты показывают [2], что за счет снижения содержания кислорода и адиабатической температуры горения в топке котла при дожигании топлива (при номинальном режиме работы когенерационной установки) выбросы NO снижаются в 2...3 раза, а CO – почти на порядок и в любом случае тем больше, чем ниже коэффициент избытка воздуха в выхлопных газах газотурбинного двигателя, применяемого в цикле в качестве предвключенного (рисунок 2).

Исследования, проведенные специалистами ВТИ в лабораторных условиях и подтвержденные испытаниями на парогазовой установке (ПГУ) Молдавской ГРЭС, свидетельствуют о том, что образование NO практически пропорционально содержанию кислорода в окислителе: снижение O на 1% уменьшает NO примерно на 19 мг/м³ [3]. Вследствие этого при использовании в качестве окислителя при сжигании твердых бытовых отходов отработавших газов предвключенных газотурбинных двигателей, гарантированно снижение NO практически в два раза по сравнению с обычным циклом сжигания твердых бытовых отходов.

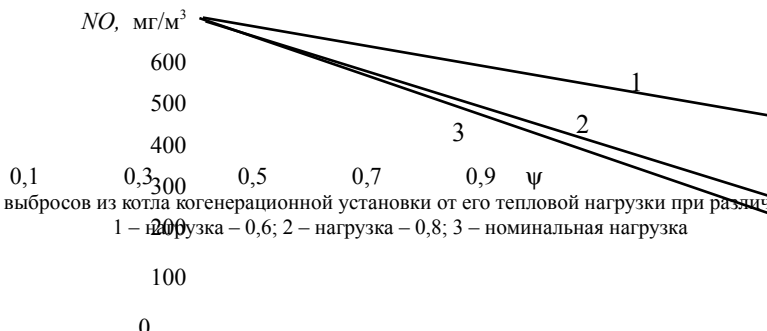


Рисунок 2 – Зависимость вредных выбросов из котла когенерационной установки от его тепловой нагрузки при различных
1 – нагрузка – 0,6; 2 – нагрузка – 0,8; 3 – номинальная нагрузка

Следующей ступенью очистки дымовых газов и нейтрализации кислых газообразных составляющих типа HCl – SO в реакторе по методу промывки, где в качестве сорбента используется тонко измельченная гашенная известь. В реакторе нейтрализованные продукты реакции образуются в виде твердых частиц, некоторая часть из которых выпадает в самом реакторе, а основная масса улавливается в третьей ступени очистки.

Третья ступень представляет собой четырехпольный электрофильтр типа ЭГТ–40–4/48, обеспечивающий очистку газа от твердых частиц с конечным содержанием менее 50 мг/м^3 . Исследования в США и Канаде показали, что при очистке по схеме – реактор-электрофильтр улавливается более 90% всех кислых составляющих, в том числе полихлордибензол-диоксинов (ПХДД) и полихлордибензолфуранов (ПХДФ), которые адсорбируются на летучей золе, а также тяжелых металлов.

Окончательная доочистка дымовых газов осуществляется в санитарном (промывочном) Скрубере. В качестве жидкого сорбента используется щелочная вода, образующаяся после тушения шлака. Данные замеров выбросов вредных веществ по элементам ступеней очистки чешской фирмы ЧКД – Дукла и французской – КНИМ, подтверждающие перспективность такой схемы очистки дымовых газов, исходя из конечного результата.

Предлагаемая система газоочистки при сжигании твердых бытовых отходов обеспечивает очистку дымовых газов ниже норм ПДК, что подтверждают исследования и приведенный выше анализ работы действующих заводов, использующих многоступенчатые схемы газоочистки. Вместе с тем существенной особенностью предлагаемой системы является то, что основная технологическая схема и оборудование не уступает по качеству зарубежному, что существенно сокращает затраты на ее создание.

Библиографический список

1. Маригодов В.К. Анализ эффективности работы компьютерных сетей экологического мониторинга / В.К. Маригодов, О.В. Слободнюк // Вестн. Сев ГТУ: Сб. науч. тр. — Севастополь, 1999. — Вып. 16. — С. 96–103.
2. Павленко Ю.П. Некоторые оценки современных технико-экологических проблем / Ю.П. Павленко // Вестн. Сев ГТУ: Сб. науч. тр. — Севастополь, 1996. — Вып. 3. — С. 112–115.
3. Ребров Б.В. Судовые газотурбинные установки / Б.В. Ребров. — Л.: Судостроение, 1961. — 535 с.

Поступила в редакцию 14.03.2001 г.