

АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПОДАВЛЕНИЮ ОКСИДОВ АЗОТА ПРИ СЖИГАНИ ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ

Волошина С.В., Пятышкин Г.Г.

Донецкий национальный технический университет

Сжигание топлива на тепловых электростанциях и в котельных приводит к выбросу в атмосферу продуктов сгорания органического топлива, содержащих токсичные оксиды азота NO_x (главным образом монооксид азота NO и в меньшей степени диоксид NO_2). Количество образующихся оксидов азота зависит от характеристики топлива и от конструктивного исполнения топочной камеры.

Оксиды азота являются потенциальным раздражителем, способным увеличить риск хронических легочных заболеваний. Диоксид азота представляет собой один из основных загрязнителей атмосферного воздуха, образующийся в процессе горения при высоких температурах. Также диоксид азота образуется на солнечном свете из NO . NO_2 находится в атмосфере около трех суток.

Исследования Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) показывают, что экспозиция по диоксиду азота в атмосферном воздухе в крупных городах может приводить как к острым, так и к хроническим эффектам на здоровье, особенно у восприимчивой части населения, к которым относятся люди, страдающие хроническими заболеваниями дыхательных путей, и дети.

ВОЗ рекомендует критерии для долгосрочных осредненных концентраций диоксида азота на уровне 40 мкг/м^3 (среднегодовая концентрация), и для кратковременных воздействий на уровне 200 мкг/м^3 (средняя за 1 час). Вдыхание ядовитых паров диоксида азота может привести к серьезному отравлению. Диоксид азота вызывает сенсорные, функциональные и патологические эффекты. Патологические эффекты проявляются в том, что NO_2 делает человека более восприимчивым к патогенам, вызывающим болезни дыхательных путей. В Украине установлены следующие экологические стандарты на содержание оксидов азота в атмосферном воздухе населенных мест: для NO_2 максимальная разовая предельно допустимая концентрация (ПДК_{м.р.}) составляет $0,085 \text{ мг/м}^3$, а среднесуточная предельно допустимая концентрация (ПДК_{с.с.}) – $0,04 \text{ мг/м}^3$; для NO ПДК_{м.р.} = $0,4 \text{ мг/м}^3$, ПДК_{с.с.} = $0,06 \text{ мг/м}^3$. Разрушающее воздействие составляющих фотохимического смога на растения было обнаружено раньше, чем подтверждено их влияние на здоровье людей.

С учетом накопленного мирового опыта наиболее совершенной на сегодняшний день является технология циркулирующего кипящего слоя (ЦКС), в том числе в экологическом аспекте. Работа котлов с циркулирующим кипящим слоем не только позволяет добиться европейских норм выброса вредных веществ, но и дает возможность использования топлива гораздо худшего качества, чем то, что применяется сейчас на ГРЭС. В цифрах это позволит выйти на следующие технико-экономические показатели работы:

Выбросы вредных веществ в атмосферу:

- оксиды азота – не более 300 мг/м^3 ;
- оксиды серы – не более 400 мг/м^3 ;
- монооксид углерода CO – не более 100 мг/м^3 ;
- выбросы твердых частиц – менее 50 мг/м^3 .

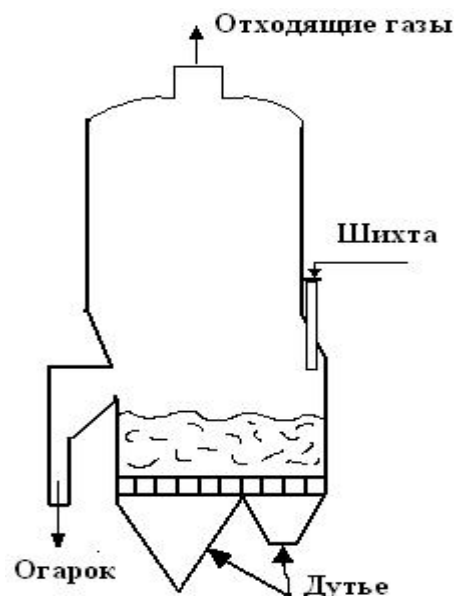


Рисунок 1. Схема топки с кипящим слоем.

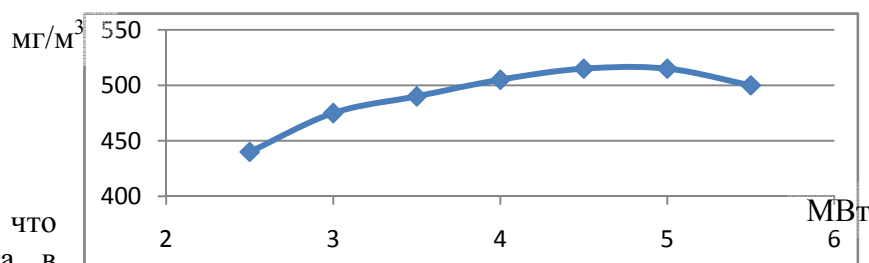
Котлы с ЦКС предусматривают сжигание топлива в кипящем слое, который образуется за счёт подового вдувания воздуха через подвижную решётку. Пройдя процесс горения в слое, частицы поднимаются вверх по топке и попадают в циклон, в котором за счёт центробежных сил происходит выпадение крупных несгоревших частиц и они направляются обратно в слой на решётку. Очищенный газопылевой поток направляется в конвективную шахту и затем проходит очистку в электрофильтрах.

За счёт постоянной циркуляции частиц в котле достигается максимальный выжиг топлива и таким образом сокращается выброс твёрдых частиц в атмосферу.

За счёт низкой температуры газов в зоне горения ($\approx 900^\circ\text{C}$) исключена возможность образования термических оксидов азота NO_x (образуются при температуре больше 1500°C) и оксидов азота NO_x из воздуха, подаваемого в топку, что недостижимо в существующих камерных топках из-за высокой температуры ядра факела (более 1600°C).

Эксплуатационные данные котла КВ-Д-5,5-125 при сжигании в кипящем слое фрезерного торфа позволяют сделать вывод о том, что образование оксидов азота также зависит от тепловой нагрузки котельного агрегата.

Рисунок 2. Зависимость содержания оксидов азота в уходящих газах от нагрузки котла.



Известно, что концентрация оксидов азота в

дымовых газах возрастает с увеличением температуры кипящего слоя. В то же время присутствие серы в топливе заметно снижает выход оксидов азота, так как одновременно с их образованием они расходятся на доокисление оксидов серы:



Использование технологии низкотемпературного кипящего слоя позволяет в значительной степени решить проблему снижения выбросов оксидов серы в атмосферу. Для этого в кипящий слой вместе с топливом вводят соответствующие присадки (известняк или доломит), связывающие серу в сульфат по реакциям:



Таблица 1. Сравнение состава выбросов при разных видах сжигания топлива

	ЦКС		Факельное	
	каменный	бурый	каменный	бурый
содержание O_2 , %	7	7	6	6
NO_x , мг/м^3 технологические методы, горелки с низким NO_x , каталитическая очистка	<200	<200	800-1300 300-500 200	500-800 200 --
SO_2 , мг/м^3 без очистки	200-400 S=1%	200-400 S=2,5%	800-1300	1200
С мокрой сероочисткой			200	200
Отношение Ca/S	2,7-1,7	2,5-1,5	1,05	1,05
CO, мг/м^3	100-200	20-30	20-50	130-180
Связывания хлора, %	20-50	20-50	90	90
Связывания фтора, %	90	90	60	60