

УДК 662.613.5:661.98

МЕТОД ПОДАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ОКСИДОВ АЗОТА В ГАЗОМАЗУТНЫХ КОТЛАХ

Левковец А.Н.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Жихар Г.И.

В работах отечественных и зарубежных исследователей, посвященных разработке различных методов снижения образования оксидов азота при сжигании газообразных и жидких топлив, установлено, что ввод влаги в виде пара или воды в топочную камеру - наиболее радикальный и простой метод достижения данной цели. Анализ и обобщение проведенных работ в этой области позволили сделать два основных вывода: методы ввода влаги в камеру могут отличаться друг от друга конструктивным исполнением, агрегатным состоянием влаги, методом ее распыливания и смешения с топливом или горючей смесью; эффект снижения выхода оксидов азота для разных методов ввода влаги различен.

Опыты производились на котлах разных типов паропроизводительностью 250 – 1000 т/ч при сжигании различных газообразных и жидких топлив. Как показали эксперименты на котле ТГМ-94, наиболее эффективен в отношении снижения концентрации оксидов азота впрыск влаги в зону максимального тепловыделения в количестве до 7 – 10 % массы топлива ($g = 0,07 - 0,10$). Дальнейшее увеличение g сравнительно мало влияет на C_{NOx} . Впрыск того же количества влаги за пределами зоны максимального тепловыделения оказывается менее эффективным.

Ввод рециркулируемых газов на котле ПК-10, ТГМ-94, ТГМП-114 и ТГМП-314 не оказывает существенного влияния на эффективность впрыска влаги при сжигании газа и мазута, но требует для достижения того же эффекта либо угрубления дисперсности распыленной воды, либо увеличения относительной высоты водяных аппаратов.

На котлах с различными компоновками горелок разных конструкций получены результаты по эффективности впрыска. Установлено, что впрыск 10 % влаги, как правило, приводит к снижению концентрации оксидов азота на 25 – 30 % при полной нагрузке, а на каждый процент снижения нагрузки эффект уменьшается приблизительно на один процент. При сжигании газа и мазута получены близкие эффекты по снижению C_{NOx} .

Концентрация сажи и бенз(а)пирена уменьшаются при вводе влаги в топку во всех случаях. Наибольший эффект достигнут на котле ТГМ-94 при сжигании мазута в режиме $D/D_n = 0,65$, $\alpha_r = 1,12$, $r = 0,14$, где подача воды ($g = 0,08$) привела к снижению бенз(а)пирена с 56 до 4 мкг/100 м³. На котлах ПК-10, ТГМ-94 и БКЗ-320-140 ГМ проведены исследования влияния впрыска воды на SO_3 при сжигании мазутов с различным серосодержанием. Исследования показали, что впрыск влаги не приводит к существенному изменению SO_3 , при этом низкотемпературная коррозия практически не изменяется. Длительный опыт эксплуатации на сернистом мазуте котлов ПК-41-1, ПК-10, ПК-47, ТГМП-114, ТГМП-314, ТГМ-94 с впрыском влаги в топку показали, что при прочих условиях срок службы холодных поверхностей воздухоподогревателей этих котлов не изменился.

Очень важным является вопрос о влиянии впрыска воды на экономичность котла. В тех случаях, когда влага впрыскивается в топку с отлаженным режимом горения, влияние на КПД однозначно определяется дополнительной потерей теплоты на испарение впрыскиваемой воды (около 0,06 % на 0,1 водотопливного отношения), причем влияние влаги на температуру перегретого пара или температуру уходящих газов в диапазоне $g = 0 - 0,1$ ни на одном из испытанных котлов не замечено. Таким образом, впрыск влаги при $g = 0,1$ приводит к снижению КПД приблизительно на 0,6 %.

Другие способы сокращения выбросов оксидов азота также вызывают снижение экономичности котлов. Сопоставление влияния впрыска воды в топку и наиболее распространенного способа подавления NO_x вводом в топку рециркулирующих газов на экономичность котла ТП-47 с подовой компоновкой трех горелок при сжигании сернистого

мазута показал, что ввод 16 % рециркуляции в горелку вызывает суммарное снижение КПД «нетто» (из-за q_2 , q_3 и расхода электроэнергии на собственные нужды приблизительно на 0,9 % против 0,7 при $g=0,11 - 0,12$). При этом в обоих случаях снижение C_{NOx} составляет 35 – 40 %. В других случаях получены аналогичные результаты.

В целом можно считать, что впрыск влаги как способ снижения C_{NOx} на технико-экономические показатели не уступает рециркуляции газов. Поэтому выбор того или иного способа подавления C_{NOx} в каждом конкретном случае должен определяться не только экологическими и технико-экономическими соображениями, но и технологическими возможностями котла. Например, в тех случаях, когда необходимо повышение температуры первичного или вторичного перегрева пара, предпочтение следует отдать рециркуляции газов. В других случаях, когда повышение тепловосприятия пароперегревателя недопустимо, может быть использован впрыск воды как единственный способ сокращения выбросов C_{NOx} , не вызывающий заметного перераспределения тепловосприятия между отдельными поверхностями нагрева.

Литература

1. Окислы азота в продуктах сгорания топлив /сборник научных трудов/ Киев: «Навукова думка», 1981 – 203 с.
2. Термокаталитическая очистка и снижение токсичных выбросов в атмосферу /сборник научных трудов/ Киев: «Навукова думка», 1989 – 172 с.