

ОХРАНА ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА ОТ ВЫБРОСОВ ЭНЕРГОПРЕДПРИЯТИЙ

1.1. Снижение выбросов оксидов азота

1.1.2. Технологические методы снижения образования оксидов азота в топках котлов при сжигании различных видов органического топлива

1.1.2.2. Модернизация топочного процесса

1.1.2.2.5. Трехступенчатое сжигание (reburning process)

Комлер В.Р., ОАО «ВТИ»

Одним из наиболее эффективных методов, обеспечивающих частичное восстановление уже образовавшихся оксидов азота до N_2 , является метод трехступенчатого сжигания, который в США и Западной Европе называют reburning process. Сущность метода заключается в том, что в основные горелки (работающие с оптимальным по условиям эффективности избытком воздуха) подается только 75...85 % всего топлива. Остальные 15...25 % подаются в промежуточную зону факела (выше основных горелок) с большим недостатком воздуха. В результате этого образуется восстановительная зона, в которой за счет углеводородов и азотсодержащих компонентов (например, аминов) происходит восстановление NO_x .

Выше восстановительной зоны в топку подается третичный воздух для дожигания продуктов неполного сгорания, поднимающихся из восстановительной зоны. Таким образом, в топке образуется три зоны с разными условиями работы (рис. 1.18).

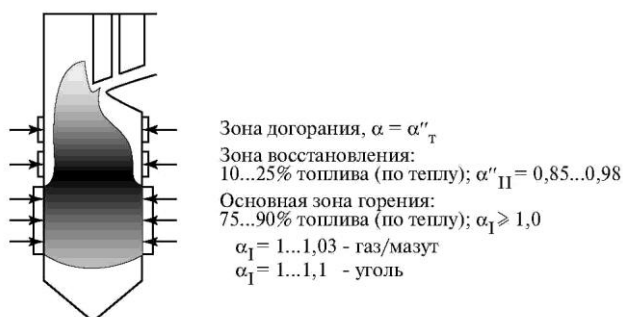


Рис. 1.18. Схема организации трехступенчатого сжигания

Для создания восстановительной зоны можно использовать то же топливо, что и для основных горелок, но предпочтение следует отдать газообразному топливу, которое не содержит связанного азота и, кроме того, не создает трудностей при сжигании. При сжигании угля для восстановительных горелок желательно использовать пыль более тонкого помола, чтобы обеспечить догорание коксовых частиц на пути от восстановительной зоны до выхода топочных газов в зону ширмового паро-

перегревателя.

Эффективность метода трехступенчатого сжигания зависит от ряда факторов, важнейшими из которых являются:

- 1) глубина недостатка окислителя в восстановительной зоне (предпочтительно иметь $\alpha_{II} = 0,85...0,95$);
- 2) время пребывания продуктов горения в восстановительной зоне (желательно обеспечить расчетное время $\tau_{II} > 400$ мс);
- 3) температура в восстановительной зоне должна быть по возможности высокой (желательно не ниже 1200 °С);
- 4) интенсивность воспламенения дополнительного топлива и перемешивание продуктов его сгорания с дымовыми газами из основной зоны горения;
- 5) избыток воздуха в основной зоне горения (он должен быть минимальным с учетом обеспечения допустимого механического недожога q_4);
- 6) время пребывания T_{III} и интенсивность перемешивания струй третичного воздуха с продуктами сгорания из восстановительной зоны (T_{III} должно быть не менее 600 мс).

Метод трехступенчатого сжигания можно реализовать как при создании новых котлов, так и при модернизации действующих. В последнем случае предпочтение следовало бы отдать схеме уголь/газ (для основных и дополнительных горелок соответственно). Но чрезмерно высокие цены на природный газ (в Европе и в США они в 4 раза превышают стоимость угля в расчете на 1 ккал) препятствуют широкому внедрению этой схемы за рубежом. Тем не менее котлы, переведенные на схему трехступенчатого сжигания, работают в США, в Японии, Великобритании, Италии. На территории бывшего СССР этот метод был внедрен впервые в Европе на котле с жидким шлакоудалением (блок № 4 мощностью 300 МВт Ладьженской ГРЭС), а также на нескольких более мелких котлах по упрощенной схеме, с использованием горелок верхнего яруса для создания восстановительной зоны [12].

В табл. 1.6 приведены основные сведения о апробированных технологических методах снижения образования NO_x .

Таблица 1.6. Оценка эффективности применения технологических методов снижения образования оксидов азота в топках котлов при сжигании различных видов органического топлива

Метод	Эффективность, %	Рекомендуемое топливо	Ограничение применимости	Примечание
Режимно-наладочные мероприятия				
Снижение избытка воздуха (LEA)	10...20	Газ, в меньшей степени уголь	Появление СО и рост содержания горючих в золошлаках	Эффективность метода зависит от состояния котла до внедрения метода
Нестехиометрическое сжигание (BBF)	20... 50	То же	То же	Предпочтительно для котлов с двумя или большим числом ярусов горелок
Упрощенное двухступенчатое сжигание (BOOS)	20...40	»	Повышение температуры труб ширмового или конвективного пароперегревателя	Необходим запас по мощности у горелок, которые остаются в работе
Модернизация топочного процесса				
Малотоксичные горелки (LNB)	30...50	Все виды топлива	Стабильность факела и полнота сгорания топлива	Для ступенчатого ввода воздуха или топлива на горизонтальном участке факела требуется определенное расстояние до противоположного экрана
Рециркуляция дымовых газов (FGR)	20... 60	Большая цифра— для газа, меньшая — для высокореакционных углей. Не годится для АШ, Т и СС	Стабильность факела, на барабанных котлах — рост температуры промперегрева	Подача газов рециркуляции через горелки, при сжигании угля — через пылесистему (вместе с первичным воздухом)
Двухступенчатое сжигание (OFA)	20... 50	Все виды топлива	Повышение содержания горючих в уносе, коррозия НРЧ	При сжигании серосодержащего топлива, особенно в котлах СКД, появляется опасность высокотемпературной коррозии топочных экранов
Концентрическое сжигание (CTF)	20... 50	Бурые угли и каменные угли с высоким выходом летучих	Появление СО и рост содержания горючих в уносе	При реконструкции тангенциальных топков можно ограничиться заменой горелок. Одновременно снижаются шлакование и коррозия топочных экранов
Трехступенчатое сжигание (reburning process)	30... 60	Все виды топлива (для АШ и Т необходимо 10...15 % газа по теплу)	То же	Большой эффект достигается при использовании газа для создания восстановительной зоны (10...15 % по теплу)