

начинается при 350-400°C, очевидно, что эта температура должна рассматриваться как верхний допустимый предел диапазона протекания процессов химической очистки угля без существенной потери угольной массы, и, как следствие, без уменьшения количества тепла при сжигании.

Сегодня разработано несколько методов, обеспечивающих 40-50% удаление органической серы без значительной потери угольной массы. Наиболее эффективной является промывка в водных растворах NaOH и Ca(OH)₂ при 300-400°C, которая в сочетании с предварительным углеобогащением приводит к удалению пиритной серы и позволяет снизить содержание серы в угле до допустимого уровня в 15 кг на 1 т.т.

Хорошие результаты обеспечивает десульфуризация паром при 350-450°C с предварительным окислением угля воздухом при 300°C. Степень удаления серы, достигнутая в настоящее время с помощью данного метода, составляет 66%, хотя потенциально она должна достигать 90%. К сожалению, этот процесс сопровождается ощутимыми потерями топливно-органической массы.

6. ПОДАВЛЕНИЕ ОКСИДОВ АЗОТА НА СТАДИИ СЖИГАНИЯ

Известны и широко применяются несколько методов уменьшения и подавления образования оксидов азота при сжигании топлива, среди них:

- ❖ *уменьшение нагрузки*
- ❖ *сгорание при недостатке воздуха*
- ❖ *ступенчатое сжигание*
- ❖ *рециркуляция отходящих газов*
- ❖ *дожигание топлива.*

Уменьшение нагрузки. Хорошо известно, что работа при пониженной нагрузке уменьшает теплоотдачу на единицу объема или площади, в результате чего снижается температура пламени и количество образующихся термических оксидов. Уменьшаются также скорости смешения топлива и воздуха, и это может привести к понижению выделения NO_x из связанного в топливе азота.

Минимальная нагрузка зависит от конструкции горелки и топки и от состава топлива. Для топочных агрегатов с сжиганием пылевидного угля в спутном потоке типовой коэффициент снижения нагрузки лежит в пределах от 2:1 до 2,5:1 для всех применяемых на практике горелок. Дальнейшее снижение нагрузки достигается путем отключения некоторых горелок.

Следует отметить, что подавление NO_x путем снижения нагрузки обходится дорогой ценой. Снижение производительности котла на 50%, по существу, вдвое повышает капитальные затраты на производство тепла. Однако большинство энергетических компаний обычно работает при избытке установленной мощности, так что пиковые потребности удовлетворяются без получения энергии из сети. Один из подходов к регулированию образования NO_x в системе со многими котлами состоит в том, чтобы все котлы работали с постоянной недогрузкой вместо того, чтобы некоторые из них работали с полной нагрузкой, а другие были бы полностью отключены.

Сжигание при недостатке воздуха. Котлы обычно работают при избытке поступающего воздуха для того, чтобы обеспечить полноту сгорания и избежать сильного образования СО и сажи. С уменьшением доступа воздуха в зоне пламени уменьшается доля кислорода и благодаря этому сокращается образование как термических, так и топливных оксидов. Работа при недостатке воздуха часто соответствует такому соотношению между количеством топлива и кислорода, при котором интенсивно образуется дым. Помимо уменьшения образования NO_x при недостаточной подаче воздуха понижаются объемы газового потока, благодаря чему сокращаются потери энтальпии с дымовыми газами и повышается КПД котла. Следовательно, регулирование образования NO_x путем сокращения подачи воздуха потенциально уменьшает затраты.

При этом возникают, однако, следующие проблемы:

- ❖ Появление дыма, увеличение выделений СО и углеводородов и уменьшение эффективности сгорания, если подача воздуха тщательно не контролируется по всему циклу работы котла.
- ❖ Пламя прижимается к стенкам топki, поскольку при недостатке воздуха длина факела пламени удлиняются.
- ❖ При сжигании некоторых видов угля происходит зашлаковывание топki.

Ступенчатое сжигание. На первой стадии процесса в некоторых или всех котлах объем воздуха поддерживается на уровне меньшем, чем стехиометрический объем. На последующих стадиях процесса добавляется дополнительный воздух. В результате происходит снижение температуры сгорания и образование восстановительной среды, в которой подавляются вредные оксиды. Для полного окисления топлива дополнительный воздух вводится в зону повторного нагрева с помощью добавочных форсунок (рис. 3).