

СНИЖЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ NO_x В ДЫМОВОМ ГАЗЕ В УСЛОВИЯХ ПАО «КОКС»

Т.В. Лугма, магистр, инженер 2 категории ЦЗЛ ПАО «Кокс»

Научный руководитель: В.С. Солодов, начальник ЦЗЛ ПАО «Кокс»
ПАО «Кокс», г. Кемерово

Одним из приоритетных направлений промышленной экологии является очистка дымовых газов от оксидов азота. Диоксид азота – один из самых распространенных загрязнителей атмосферы на сегодняшний день, который способствует образованию смога и кислотных осадков.

Коксовый газ - это горючий газ, который образуется в процессе коксования угольной шихты. Коксовый газ сжигают в котлах для выработки пара и электроэнергии, а также его используют для обогрева коксовых печей. При сжигании коксового газа в котлах (в реакторах) образуется значительное количество токсичных веществ (оксиды азота, оксиды серы и т.д.).

Выделяют следующие виды оксидов азота, которые образуются при сжигании коксового газа в промышленных котлах:

1. «Термические» оксиды азота образуются в результате взаимодействия азота воздуха с атомарным кислородом воздуха.

2. «Топливные» оксиды азота образуются из связанного азота коксового газа в присутствии избыточного кислорода.

3. «Быстрые» оксиды азота образуются из атомарного азота воздуха и коксового газа [1].

При сжигании коксового газа в токе воздуха образуются оксиды азота в виде N_2O , NO и NO_2 . Сумму оксидов азота обозначают как NO_x . Оксид азота (N_2O) образуется в начальном участке факела, а затем окисляется до оксида азота (NO), то есть не выбрасывается в атмосферу с продуктами сгорания [2]. В топочной камере образуются преимущественно оксиды азота (NO) в количестве 93 – 98 % от NO_x .

Диоксиды азота (NO_2) составляют всего (2 – 7) % от суммы NO_x .

На выходе из дымовой трубы, т.е. в атмосфере, около 80% NO превращаются в более токсичные – NO_2 [3].

Способы снижения содержания NO_x в дымовом газе

Практическое применение по снижению NO_x в дымовом газе нашли лишь две технологии: селективное каталитическое восстановление (СКВ) и селективное некаталитическое восстановление (СНКВ) с использованием аммиака, аммиачной воды или мочевины. Эффективность данных методов по снижению NO_x в дымовом газе достаточно высокая - более 75%. Еще одним достоинством этих методов является отсутствие побочных продуктов, т.к. в

результате взаимодействия NO_x с аммиаком образуются безвредные водяные пары и азот.

На ПАО «Кокс» имеется возможность применить метод СНКВ с использованием аммиачной воды и установить эффективность этого метода по снижению NO_x в дымовом газе. Проведены промышленные испытания по сжиганию конц. аммиачной воды совместно с водой БХУ на УДСВ №2 (установка дожигания сточных вод) ЦУХПК №2.

УДСВ используется для совместного сжигания в реакторе коксового газа и сточных вод, после установки биохимической очистки (БХУ).

В данном испытании конц. аммиачная вода подавалась в сборник №4 УДСВ и после усреднения с водой БХУ, вода поступала на сжигание в реактор №2. Расход конц. аммиачной воды в сборник №4 составлял $0,29 \text{ м}^3/\text{ч}$. Наибольшая эффективность по снижению NO_x в дымовом газе (с $210 \text{ мг}/\text{м}^3$ до $71 \text{ мг}/\text{м}^3$ или 66,2%) была достигнута на УДСВ №2 в момент, когда конц. аммиачная вода совместно с водой БХУ подавалась на 1,2,3 ярус и на 4 ярус- вода БХУ при $\alpha=1,26$ (табл.1). Содержание аммиака в воде, которая поступала на сжигание 1,2,3 яруса – $0,58 \text{ г}/\text{л}$, а на 4 ярус - $0,077 \text{ г}/\text{л}$.

Таблица 1
Компонентный состав дымового газа УДСВ №2 ЦУХПК №2

| Расход к.г., $\text{м}^3/\text{ч}$ | Расход воды на сжигание, $\text{м}^3/\text{ч}$ | Расход ам.воды, $\text{м}^3/\text{ч}$ | Содержание NO_x в дымовом газе, $\text{мг}/\text{м}^3$ | Примечание |
|------------------------------------|--|---------------------------------------|---|---|
| 4200 | 19,3 | - | 210 | $\alpha=1,33$ Исходные значения |
| 3984 | 19,1 | 0,29 | 71 | $\alpha=1,26$ 1,2,3 ярус-амм.вода+вода БХУ 4 ярус- вода БХУ |
| 3929 | 18,9 | 0,29 | 185 | $\alpha=1,27$ 1,2,3 ярус-амм.вода+вода БХУ 4 ярус- оборотная вода |

Проведено повторное промышленное испытание по сжиганию конц. аммиачной воды совместно с водой БХУ на УДСВ №2, в котором расход конц. аммиачной воды составил $2,6 \text{ м}^3/\text{ч}$. После трехчасовой подачи конц. аммиачной воды в сборник №4 УДСВ, из которого вода поступает на сжигание в реактор, произвели замеры (ЭАЛ) компонентного состава дымового газа на УДСВ №2. Результаты компонентного состава дымового газа приведены в табл. 2. Исходя из табличных данных очевидно, что при совместном сжигании конц. аммиачной воды и воды БХУ происходит снижение NO_x в дымовом газе до $60 \text{ мг}/\text{м}^3$.

Содержание аммиака в воде, которая поступала на сжигание 1,2,3 яруса - 4,16 г/л, а на 4 ярус - 0,068 г/л.

Таблица 2
Компонентный состав дымового газа УДСВ №2 ЦУХПК №2

| Расход к.г., м ³ /ч | Расход воды на сжигание, м ³ /ч | Расход конц. ам.воды, м ³ /ч | Содержание NO _x в дымовом газе, мг/м ³ | Примечание |
|--------------------------------|--|---|--|--|
| 4150 | 19,3 | - | 210 | $\alpha=1,33$ Исходные значения |
| 4041 | 17,94 | 2,6 | 60 | $\alpha=1,32$ 1,2,3 ярус-9,44 м ³ /ч(смесь) 4 ярус-8,5 м ³ /ч (вода БХУ) |

Выводы:

1. Максимальное снижение NO_x (до 60 мг/м³) при совместном сжигании конц. аммиачной воды (2,6 м³/ч) и воды БХУ на УДСВ №2, произошло при подаче конц. аммиачной воды совместно с водой БХУ на 1,2,3 ярус, на 4 ярус поступала вода БХУ при $\alpha=1,32$.
2. На УДСВ ЦУХПК №2 возможно сжигать конц. аммиачную воду в смеси с водой БХУ, при этом происходит снижение NO_x в дымовом газе.

Для внедрения метода СНКВ на ПАО «Кокс» необходимо провести дополнительные испытания по совместному сжиганию конц. аммиачной воды и воды БХУ. Установить необходимый расход конц. аммиачной воды, чтобы достичь максимального снижения NO_x в дымовом газе. Подобрать оптимальный режим работы реакторов ЦУХПК №2 (расход коксового газа, воздуха и т.д.).

Список литературы:

1. Крыжановский В.Н. Образование и технологические методы подавления азота при горении топлива: обзор //Пром.теплотехника. -1990. – Т.12, N 5. – С.81-101.
2. Сигал И.Я. Снижение образования оксидов азота при сжигании топлив в котлах электростанций // Экологические проблемы в энергетике: Сб. науч. Тр. НИЭИ им. Г.М. Крижижановского. – М., 1989. – С.52-57.
3. Лебедева Е.А. Охрана воздушного бассейна от вредных технологических и вентиляционных выбросов: учебное пособие /Е.А. Лебедева; Нижегород. гос. Архит. – строит. ун-т. – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2009. -196 с.

