

О ДИНАМИКЕ ОБРАЗОВАНИЯ РАЗНЫХ ВИДОВ ОКСИДОВ АЗОТА В ОТОПИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ КОКСОВОЙ БАТАРЕИ

Фидчунов А.Л.

Украинский государственный научно-исследовательский углехимический институт (УХИН)

В работе получены данные по динамике образования термических, топливных и быстрых оксидов азота в отопительной системе коксовой батареи в течение периода коксования. Установлены соотношения между всеми видами оксидов азота, обеспечивающие возможность количественной оценки экологической эффективности решений, направленных на снижение образования оксидов азота в отопительной системе коксовой батареи.

Выбор оптимальных решений задачи снижения выбросов дымовыми трубами коксовых батарей оксидов азота должен основываться на установленных соотношениях между разными видами оксидов азота, образующихся в отопительной системе в течение периода коксования.

Оценка доли каждого вида оксидов азота в продуктах сгорания коксовой батареи получена на основании анализа данных по динамике образования оксидов азота в отопительных каналах [1] и базировалась на следующих положениях:

1. Образование быстрых оксидов азота наблюдается только в пламенах углеводородов вида C_mH_n и содержание этих оксидов азота в продуктах сгорания природного газа, практически полностью состоящего из указанных углеводородов [2], не превышает $100 - 120 \text{ мг/м}^3$ и не зависит от температуры и коэффициента избытка воздуха [3].

2. Оценка динамики по периоду коксования ресурса быстрых оксидов азота в продуктах сгорания отопительного коксового газа получена на основании соотношения долей углеводородов вида C_mH_n между природным и отопительным коксовым газом при учете величины прососов неочищенного коксового газа в отопительную систему.

3. Оценка ресурса термических оксидов азота получена интерполяцией и экстраполяцией расчетных данных влияния температуры и коэффициента избытка воздуха b на образование термических оксидов азота [1].

4. Оценка ресурса топливных оксидов азота получена по разнице между общим их количеством и суммой термических и быстрых оксидов азота.

Результаты такой экспертной оценки динамики ресурса всех видов оксидов азота в продуктах сгорания из отопительных каналов с разной герметичностью кладки греющей стенки (разной величиной прососов) представлены графиками на рисунке и в таблице 1.

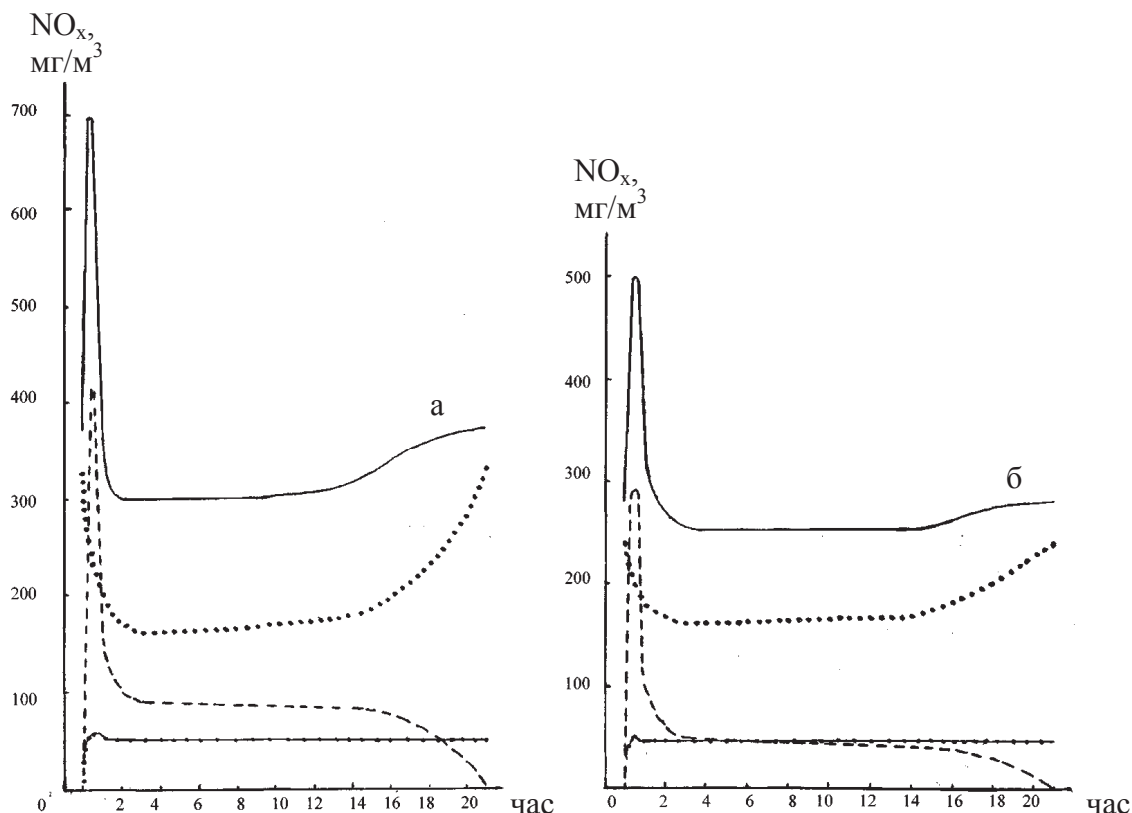


Рисунок. Динамика ресурса разных видов оксидов азота в продуктах сгорания из отопительных каналов с разной герметичностью кладки.

« ————— » - сумма всех видов оксидов азота при замере;

« » - термические оксиды азота;

« - - - - - » - топливные оксиды азота;

« ●●●●● » - быстрые оксиды азота.

Анализ этих результатов позволяет выделить три этапа периода коксования, характеризующиеся своими количествами и соотношениями для оксидов азота всех видов.

В первые три часа периода коксования (этап 1) наблюдается очень быстрый (~ к 20 минуте после загрузки печи шихтой) рост образования топливных оксидов азота и общего их количества до максимального их уровня и последующее (менее быстрое) уменьшение к концу этапа. Доля топливных оксидов азота приближается к доле термических и при недостаточной герметичности кладки может достигнуть ~ 50% от общего их количества.

Таблица 1. Экспертная оценка ресурса разных видов оксидов азота в продуктах сгорания крайнего простенка.

Вид оксидов азота	Доля каждого вида оксидов азота (%) в общем их количестве на этапах			
	Этап 1	Этап 2	Этап 3	Среднее за период коксования
Термические	45/51 ⁵	55/64	72/75	59/66
Топливные	44/35	29/16	14/8	26/16
Быстрые	11/14	16/20	14/17	15/18

⁵ В знаменателе представлены данные по вертикалу 25 (график б), визуальный осмотр которого не обнаружил видимых прососов неочищенного коксового газа. В числителе – данные по вертикалу 15 (график а) с задымленным факелом и видимым потоком дымовых газов в перевальном окне, т.е. с существенно большими, чем у вертикала 25 прососами.

Второй этап (4 – 14 часы периода коксования) характеризуется практически постоянным ресурсом в продуктах сгорания топливных и быстрых и незначительным увеличением ресурса термических оксидов азота.

В последнюю треть периода коксования (этап 3) наблюдается рост общего содержания оксидов азота, увеличение содержания термических и уменьшение до нуля содержания топливных оксидов азота.

В течение периода коксования происходит увеличение доли термических и снижение доли топливных оксидов азота. Содержание в продуктах сгорания «быстрых» NO_x остаётся практически постоянным.

Приведенные в таблице соотношения количеств оксидов азота разных видов получены из приведенных на рисунке графиков характерных для отопительных каналов крайнего простенка, в котором на их образование влияет одна крайняя камера коксования.

В массовых простенках на образование оксидов азота оказывают влияние две примыкающие к простенку камеры коксования, загрузка шихты в которые осуществляется поочередно с интервалом примерно равным половине периода коксования. Поэтому в массовых простенках с таким же интервалом должны наблюдаться короткие (до 20 минут) периоды пикового увеличения образования оксидов азота за счет увеличения топливных NO_x , обусловленными большими прососами из свежезагруженной камеры.

Ресурс топливных оксидов азота в массовых простенках должен быть большим, чем в крайнем, поскольку обеспечивается суммой прососов неочищенного коксового газа из двух камер коксования. При одинаковой герметичности обеих греющих стенок простенка ориентировочной оценкой ресурса топливных оксидов азота может служить удвоенная их концентрация в крайнем простенке. Следовательно, мерой увеличения ресурса всех видов оксидов азота в массовом простенке может служить ресурс топливных оксидов азота в крайнем простенке.

Проведенная с учетом этих моментов корректировка данных таблицы 1 дала экспертную оценку ресурса всех видов оксидов азота (таблица 2) в продуктах сгорания массовых простенков. Данные таблицы 2 позволяют оценить экологическую эффективность мероприятий, направленных на уменьшение выбросов оксидов азота с дымовыми газами коксовых батарей.

Так, перевод батареи на обогрев доменным газом, в котором отсутствуют горючие компоненты «ответственные» за образование быстрых оксидов азота (C_mH_n) [2], позволит уменьшить концентрацию оксидов азота в сбросе на дымовую трубу на 12-16%, даже без учёта снижения концентрации термических оксидов азота за счёт меньших избытка воздуха ($b \sim 1,25$ против 1,5 при обогреве коксовым газом) и температуры факела горения.

Таблица 2. Экспертная оценка ресурса разных видов оксидов азота в продуктах сгорания массовых простенок.

Вид оксидов азота	Доля каждого вида оксидов азота (%) в общем их количестве на этапах			
	Этап 1	Этап 2	Этап 3	Среднее за период коксования
Термические	37/43 ⁶	37/50	63/68	46/55
Топливные	54/45	50/33	25/16	42/29
Быстрые	9/12	13/17	12/16	12/16

Устранение перетоков сырого коксового газа в отопительную систему, обеспечиваемое системой регулирования давления в камере коксования [4], и практически полностью подавляющее процесс образования топливных оксидов азота, уменьшит концентрацию оксидов азота в сбросе на дымовую трубу ~ на 30 – 40%.

Выводы.

1. Получены данные по динамике образования термических, топливных и быстрых оксидов азота в отопительной системе коксовой батареи в течение периода коксования.
 2. Установлены соотношения между всеми видами оксидов азота, обеспечивающие возможность количественной оценки экологической эффективности решений, направленных на снижение образования оксидов азота в отопительной системе коксовой батареи.
1. Васильев Ю.С. Влияние технологических факторов на механизм образования оксида азота при обогреве коксовых печей. / Васильев Ю.С., Фидчунов А.Л., Шульга И.В. // Углекимический журнал. – №1-2. – 2004. – с. 37 – 42.
 2. Гресс Л.П. Охрана окружающей среды при сжигании топлива. Днепропетровск: РИА «Днепр-VAL», 2002. – с.104.
 3. Сигал И.Я. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива./ Сигал И.Я. – Л: Недра, 1988. – 312 с.
 4. Fisher R. Environmental control of European coke plants at the beginning of the 21st century. / R. Fisher, M. Hein // Proceeding of the 4th European Coke and Ironmaking Congress, June 19-22. – 2000. – Paris. – p. 543 – 546.

⁶ Числитель – простенок с неудовлетворительной герметичностью камеры греющих стенок. Знаменатель – простенок с хорошей герметичностью кладки греющих стенок.