

Парахин Н. Ф., Алексеева А. К.
Донецкий Национальный технический университет

Снижение выброса окислов азота при сжигании коксового газа с помощью регулируемого остаточного химического недожога

В настоящее время топливно-энергетический комплекс Украины находится в кризисном положении. В ближайшее время национальная экономика будет оставаться энергодефицитной. При ежегодном потреблении 150-170 млн. тонн условного топлива их потребность удовлетворяется за счет собственного производства всего лишь на 45 %, что требует ежегодного импорта топливно-энергетических ресурсов. Одним из путей решения проблемы дефицита энергетического сырья является использование вторичных энергоресурсов – искусственных горючих газов, образующихся в процессе технологической переработки твердого топлива. При сжигании коксового газа, как и любого другого топлива, в котлах в атмосферу поступает значительное количество токсичных веществ, среди которых основные – оксиды азота (NOx).

Начиная с 60-х годов, актуальность исследований образования NOx в процессах горения резко возросла в связи с проблемой защиты атмосферного воздуха. Развитие работ по изучению условий образования NOx и других в процессах горения топлив основано на фундаментальных исследованиях советских ученых в области горения и технологии сжигания топлив.

Практика показывает, что для решения этой проблемы наиболее эффективными и экономически целесообразными являются так называемые внутритопочные мероприятия, подавляющие образование NOx в процессе сжигания топлива.

Целью настоящих исследований была разработка малозатратных мероприятий с помощью организации сжигания топлива с оптимальным коэффициентом избытка воздуха и регулируемого остаточного химического недожога, направленных на снижение выброса NOx. Метод регулируемого остаточного химического недожога был предложен инженером БелЭНИН-МЭИ Барышевым В. И. при сжигании донецкого угля, смеси его с мазутом, торфа. В проведенных исследованиях метод используется для сжигания коксового газа. Опыт проводился на котле ДЕ-25-14 ГМ, переведенном на коксовый газ.

При сжигании коксового газа NOx образуются в основном при окислении азота воздуха, т. е. топливный азот в газе находится в незначительных количествах.

В котлах образование температурных окислов азота идет по следующим основным реакциям:
 $O+N_2=NO+N$; $N+O_2=NO+O$.

При появлении химического недожога резко снижаются равновесные концентрации атомарного кислорода, что приводит к уменьшению выхода NOx. Как известно, продукты химического недожога при сжигании топлива состоят в основном из H₂ и CO. Последние интенсивно реагируют с атомарным кислородом по реакциям: $H_2+O=H_2O$; $CO+O=CO_2$.

В проведенном опыте анализ дымовых газов показал, что продукты химического недожога коксового газа состоят только из CO.

При проведении опыта содержание окиси углерода и оксидов азота определялось по прибору «Testo-350». Влияние коэффициента избытка воздуха на NOx и CO при работе котла на коксовом газе при нагрузке близкой к номинальной (88 %), приведено на рис.1. По графику видно, что при снижении коэффициента избытка воздуха с 1,18 до 1,04 можно добиться снижения NOx с 325 мг/м³ до 190 мг/м³. При этом химический недожог сохраняется в допустимых пределах (CO < 200 ppm). Т. е. оптимальный коэффициент избытка воздуха при сжигании коксового газа должен находиться в диапазоне 1,04-1,08 (это позволит существенно снизить эмиссию NOx).

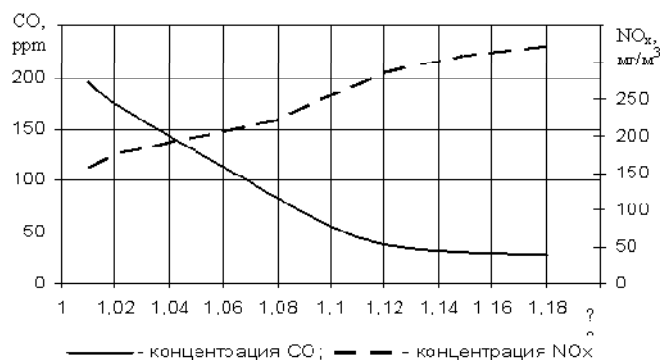


Рисунок 1 – График зависимости концентраций CO и NO_x от коэффициента избытка воздуха

Этот способ должен использоваться в первую очередь, так как, кроме уменьшения выбросов NO_x , происходит также уменьшение q_2 . Единственным условием его осуществления является необходимость постоянного контроля газов химического недожога.

С этой целью были проведены опыты, в ходе которых содержание химического недожога регулировалось изменением α горелки от нормального, обеспечивающего сжигание топлива без химического недожога до значения $q_3=0,5\%$. Для этого ступенчато снижался напор дутьевых вентиляторов (по 10 мм вод. ст.) с последующей стабилизацией режима горения.

На рис. 2 приведена зависимость содержания NO_x (пересчитано на $\alpha=1$) от содержания в дымовых газах CO (пересчитано на $\alpha=1$) в объемных процентах. Из полученных данных следует, что существенное снижение выброса окислов азота (больше чем на 200 мг/м^3) может быть достигнуто при работе с незначительным химическим недожогом ($0,007-0,008 \%$)

Предлагаемый способ регулирования химического недожога имеет преимущество по сравнению с традиционными методами подавления выброса NO_x – подачей газов рециркуляции в зону горения или двухстадийным сжиганием топлива. В сравнении с первым способом отпадает необходимость в дымососах и газоходах рециркуляции, снижаются потери теплоты с уходящими газами. По сравнению с двухстадийным сжиганием, организация которого представляет значительные трудности, способ регулируемого недожога обеспечивает более интенсивное подавление NO_x , т. к. сокращение атомарного кислорода при взаимодействии с CO происходит в зоне каждого факела.

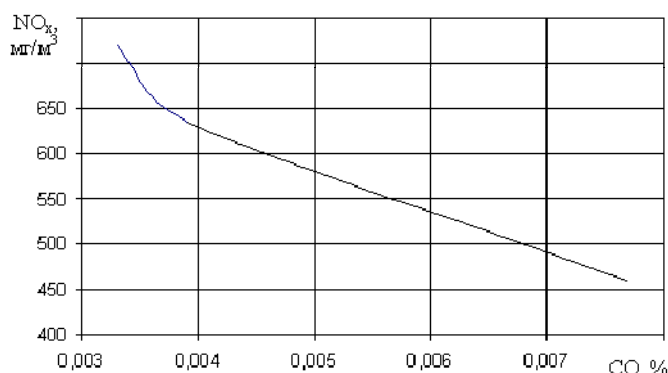


Рисунок 2 – График зависимости содержания NO_x от содержания в дымовых газах CO

Что касается роста q_3 , то он будет незначительным, так как рекомендуемые концентрации CO в зоне горения небольшие, что соответствует потерям теплоты с химическим недожогом при сжигании коксового газа от $0,003$ до $0,021 \%$.

Список литературы:

1. А.К. Алексеева Методы снижения вредных выбросов в продуктах сгорания котлов// Сборник научных работ ФМФ ДонНТУ, 2006. - № 9.- с. 84.
2. И.Я. Сигал Защита воздушного бассейна при сжигании топлива – Л.: Недра, 1988.- 312 с.
3. Барышев В. И. Снижение выброса окислов азота с помощью регулируемого остаточного химического недожога.- Теплоэнергетика.1985, №10, с. 58-60.
4. Е.А. Данилин, В. Н. Клочков Контроль сжигания топлива в промышленных котельных установках – Киев: Техника, 1988-167 с.