

**Термодинамический анализ образования NOx в камерах сгорания при окислении синтез-газа**

Горбунова В.А.

Белорусский национальный технический университет

Подавляющий вклад при сжигании топлив в суммарном вредном выбросе продуктов сгорания вносят оксиды азота. Решающее влияние на образование NOx при горении топлив оказывают температура, избыток воздуха в камере сгорания и время пребывания продуктов сгорания в высокотемпературных зонах. По механизму образования NOx можно разделить на тепловые, топливные и быстрые. Тепловые NOx образуются путем окисления азота в воздухе, подаваемом на горение. Основную роль в их образовании играют температуры  $>1500^{\circ}\text{C}$  и время пребывания продуктов в зоне горения. Топливные NOx образуются при окислении азотсодержащих компонентов топлива. Концентрация топливных NOx может быть значительной, если содержание азота в топливе выше 0,1 вес.%. Быстрые NOx образуются при связывании атмосферного азота углеводородными радикалами  $\text{CH}$ ,  $\text{CH}_2$ . При низкотемпературном горении доля быстрых NOx может достигать 25% от общей концентрации NOx. В последние годы в теплоэнергетике наметилась тенденция использования такого перспективного топлива как синтез-газ ( $\text{CO} + \text{H}_2$ ), который можно получать газификацией практически любого углеродсодержащего сырья и органических отходов. С помощью компьютерной программы термодинамического моделирования TERRA выполнена сравнительная оценка эмиссии NOx при сжигании природного газа (ПГ) с долей 93,7 об. %  $\text{CH}_4$  и синтез-газа (СГ) с содержанием 33,2 об. %  $\text{CO}$ , 50,7 %  $\text{H}_2$  и 2,5 %  $\text{CH}_4$ , полученного пароводяной конверсией угля, в диапазоне  $T=500\text{--}4000\text{ K}$ . Расчет показал, что при температурах выше 1800 K сжигание ПГ и СГ дает примерно равную эмиссию NOx (на уровне  $\sim 0,01$  моль/кг продуктов горения). Но при меньшей температуре (на 300K) в зоне горения при сжигании СГ расчетная эмиссия NOx оказывается в 4–5 раз ниже по сравнению со случаем сжигания ПГ. Известно, что  $\text{H}_2$  и  $\text{CO}$  имеют широкие концентрационные пределы воспламенения и высокую скорость горения. Это позволяет при использовании синтез-газа сжигать в камере сгорания бедные смеси с низкой температурой горения, и таким образом снижать концентрации NOx. Расчетные равновесные концентрации радикалов  $\text{CH}$  и  $\text{CH}_2$  в случае сжигания СГ оказались ниже на 2-3 порядка, что позволяет предполагать и снижение эмиссии быстрых NOx. Предварительная термодинамическая оценка показала, что использование синтез-газа в качестве топлива в ряде случаев может способствовать снижению эмиссии NOx.