

ОБРАЗОВАНИЕ ОКИСЛОВ АЗОТА ПРИ ГОРЕНИИ ГАЗА С ДОБАВКАМИ АММИАКА

Т. Б. Эфендиев, С. П. Титов
(Москва)

При сжигании газообразного топлива, содержащего органические азотистые соединения, часть последних окисляется до так называемых «топливных» окислов азота. Исследования [1, 2], проведенные при сжигании жидкого топлива с добавлениями азотсодержащих органических соединений, показали, что доля «топливных» окислов азота подавляющая. Однако процесс окисления азота топлива в настоящее время исследован недостаточно, и в литературе встречаются противоречивые сведения.

Исследования проводили на стендовой установке, схема которой приведена на рис. 1. Для изучения роли топливного азота при горении газообразного топлива в пропан добавляли аммиак (массовая доля 2,7%). Выбор аммиака объясняется тем, что в искусственных газах содержится NH_3 .

Установка состояла из реакционной камеры (кварцевая труба диаметром 0,024 и длиной 0,4 м, покрытая тремя слоями шнурового асбеста для тепловой изоляции), внутри которой размещалась горелка (цилиндр из нержавеющей стали внутренним диаметром 0,01 м, заполненный кварцевой крошкой). Топливо и воздух перед подачей в горелку предварительно смешивали. В этот же поток подавался аммиак. Газы на выходе из реакционной камеры охлаждали и направляли на газовый анализ. Горелку можно было перемещать по длине реакционной камеры, меняя, таким образом, время пребывания продуктов реакции. К торцу камеры подсасывался атмосферный воздух и происходило дожигание продуктов неполного окисления во второй ступени при подаче через горелку (первая ступень) воздуха, существенно меньшего стехиометрического.

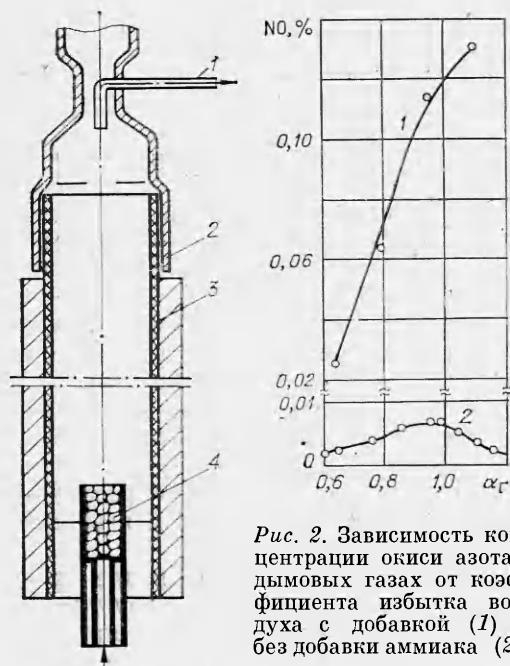


Рис. 1. Схема экспериментальной установки.
1 — пробоотборник; 2 — канал подсоса вторичного воздуха; 3 — камера; 4 — горелка.

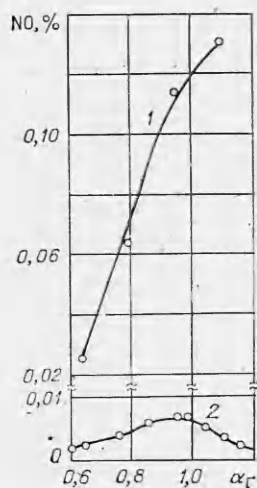


Рис. 2. Зависимость концентрации окиси азота в дымовых газах от коэффициента избытка воздуха с добавкой (1) и без добавки аммиака (2).

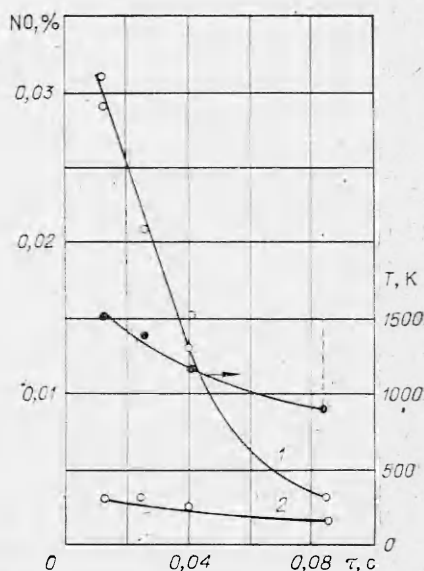


Рис. 3. Зависимость выхода окиси азота от времени пребывания в реакционной камере.
1 — с добавкой аммиака; 2 — без добавки аммиака.

Пробы газа за камерой отбирали водоохлаждаемым зондом из нержавеющей стали. Окислы азота измеряли с помощью хемиллюминесцентного прибора фирмы «Бекман» (США), точность измерения $\pm 1\%$. Газоанализатор тарировался искусственными смесями NO в азоте, поставленными той же фирмой.

На рис. 2 представлена зависимость выхода окислов азота от коэффициента избытка воздуха. Видно, что доля «топливных» окислов подавляющая и с добавкой аммиака максимум окислов азота смещается в сторону больших избытков воздуха. Доля перехода в NO топливного азота в зависимости от α_r составила 10,5—85%.

С целью возможно более полного снижения образования «термических» и «топливных» окислов азота проведены опыты со ступенчатым сжиганием газа при коэффициенте избытка воздуха в первой ступени $\alpha_r^I = 0,7$ (после второй ступени $\alpha_r^{II} = 0,4$). Концентрация окислов азота в дымовых газах зависит от времени пребывания продуктов неполного сгорания в камере между двумя ступенями сгорания (рис. 3). Как показали результаты опытов, концентрация «термических» окислов азота в камере двухступенчатого сжигания снизилась в 1,5—2 раза, а содержание «топливных» окислов азота уменьшилось в 10 раз за время $\sim 0,08$ с.

*Поступила в редакцию 20/VII 1983,
после доработки — 23/X 1983*

ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Крутиев, А. Д. Горбаненко. Теплоэнергетика, 1976, 10, 72.
2. К. Ю. Саар. Автореф. канд. дис. Таллин, 1980.

ДИФфуЗИОННО-ТЕПЛОВОЙ МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ ЯЧЕЕК КОНЕЧНОЙ АМПЛИТУДЫ НА ФРОНТЕ ПЛАМЕНИ

*Ю. И. Петухов, А. А. Фурсенко
(Новосибирск)*

Известно, что фронт пламени в газовых смесях может иметь ячеистую структуру с поперечным размером ячеек порядка одного сантиметра [1, 2]. Вопрос об условиях формирования такой структуры тесно связан с вопросом об устойчивости плоского фронта к пространственным возмущениям. Первые исследования устойчивости основывались на чисто гидродинамическом подходе [3, 4]. Результаты линейной гидродинамической теории оказались находящимися в противоречии с экспериментальными фактами: теория предсказывает абсолютную неустойчивость плоского фронта пламени, в то время как при медленном горении смесей реально существует ламинарный режим с плоским фронтом [5]. Это противоречие привело к развитию гидродинамической теории устойчивости в различных направлениях [1, 6], однако у исследователей нет уверенности в том, что именно гидродинамический механизм является определяющим при разрушении плоского фронта и формировании на нем ячеистой структуры.

Несколько позднее Я. Б. Зельдович указал на существование диффузионно-теплого процесса [7], который может приводить к неустойчивости. Условия диффузионно-тепловой устойчивости в линейном приближении получены в [8]. Авторы обзора [9] отмечают, что существует единый механизм, вызывающий неустойчивость плоского фронта, а гидродинамика и тепло- и массоперенос — два его аспекта. Математические трудности не позволяют до сих пор объединить эти аспекты в единой теории и сопоставить их относительную роль. Однако ясно, что ячеистая