

РАЗРАБОТКА ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ГАЗОВОЙ ГОРЕЛКИ СХЕМЫ «БОГАТАЯ – БЕДНАЯ» СМЕСЬ

Ивлиев А.В.

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Наиболее опасным для состояния воздушной среды промышленных центров ингредиентом являются выбрасываемые с дымовыми газами теплоэнергетических установок оксиды азота. Например, по сообщениям органов мониторинга окружающей среды, в большинстве районов г. Самары фоновые значения содержания диоксида азота систематически превышают максимально разовую предельно допустимую концентрацию в 1,5...2,5 раза. Возникает противоречие между необходимостью увеличения мощностей теплоснабжения городских районов при одновременном уменьшении уровня загрязнения атмосферы оксидами азота.

Решение указанной проблемы возможно при использовании предложенного автором способа сжигания топлива, позволяющего в 5...10 раз снизить выброс оксидов азота при практически полном сгорании. Это позволит в 1,5...2 раза повысить мощность теплоэнергетических установок при одновременном снижении концентрации оксидов азота в атмосфере до уровня, отвечающего санитарно-гигиеническим требованиям.

В данной работе представлены результаты разработки газовой теплоэнергетической горелки номинальной теплопроизводительностью 0,5 Гкал/ч, которая может быть применена для модернизации широко используемых котельных водогрейных установок типов «Универсал» и «Факел».

Организация горения в разработанной горелке предусматривает использование двухстадийного сгорания, с промежуточным отбором тепла от продуктов сгорания, поступающих из первичной зоны. Сущность предложенного метода заключается в том, что в первичную зону горелки подаются воздух и природный газ в соотношении, соответствующем коэффициенту избытка воздуха $\alpha = 0,4...0,55$. В результате происходит некоторое снижение максимальной температуры в первичном факеле пламени, снижение содержания молекулярного и атомарного кислорода в ядре факела, уменьшение скорости реакции образования оксида азота и, в дальнейшем, восстановление оксида азота до молекулярного азота продуктами неполного сгорания.

Состав продуктов в первичной зоне горелки при $\alpha \approx 0,5$ иллюстрируют экспериментально полученные данные, приведенные на рис. 1. Можно видеть, что в первичной зоне идет процесс воздушной конверсии метана, в результате которого горючими компонентами на выходе из нее являются, в основном, образовавшиеся оксид углерода (8...9%), водород (5...6%), а также некоторое количество исходного топлива – метана (порядка 1,5...3%). Кислород практически отсутствует.

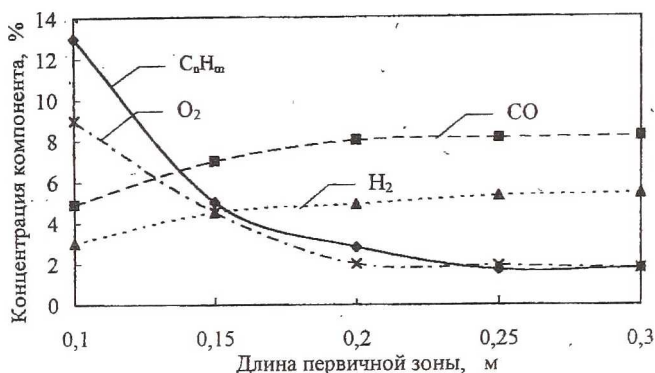


Рис. 1. Состав продуктов сгорания в первичной зоне

Далее продукты сгорания из первичной зоны поступают в теплообменник, состоящий в данной конструкции из 109 водоохлаждаемых трубок, где отдают примерно 20...30% своего теплосодержания. На выходе из теплообменника расположена вторичная зона, где происходит подмешивание необходимого для полного сгорания воздуха до $\alpha = 1,03...1,1$. Розжиг во вторичной зоне происходит в результате самовоспламенения горячих продуктов первичной зоны при смешении их с воздухом. Следует отметить высокую интенсивность процесса дожига в вторичной зоне, обусловленную, по-видимому, как высоким уровнем начальной температуры, так и наличием активных радикалов, поступающих из первичной зоны. До некоторой степени этот процесс аналогичен процессу форкамерно-факельного зажигания.

Промежуточный отвод тепла от продуктов сгорания первичной зоны горелки приводит к тому, что максимальный уровень температур в факеле пламени вторичной зоны, оказывающий решающее влияние на процесс образования оксида азота, снижается примерно в соответствии с долей отведенно-

го тепла. В результате существенно, в 5...10 раз, снижается уровень выброса оксидов азота. Новизна предложения подтверждена полученным патентом [1].

Правомерность изложенного механизма снижения выхода оксидов азота была обоснована расчетами с использованием ранее созданной математической модели образования оксида азота [2, 3].

Огневые испытания и доводка горелки, получившей обозначение СГАУ-0,5.01, были выполнены на стенде НИЛ-45 СГАУ. Полученные результаты представлены на рис. 2, 3. Можно видеть, что все параметры горелки удовлетворяют предъявляемым требованиям.

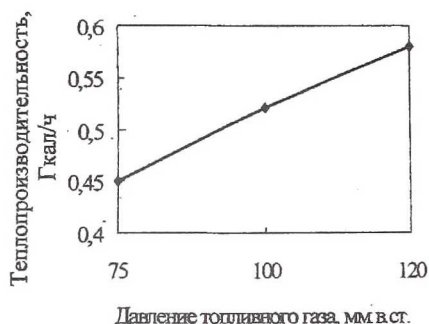


Рис. 2. Теплопроизводительность горелки СГАУ-0,5.01

Контрольные испытания были проведены представителями Заволжского газотехнического центра и подтвердили полученные данные.

Уровни выброса вредных веществ горелкой СГАУ-0,5.01 можно сравнить с имеющимся уровнем выбросов котлов «Универсал», приведенном в [4]. При примерно одинаковом низком уровне выбросов оксида углерода (для котла «Универсал» – 0,13...0,54 кг/Гкал, для горелки СГАУ-0,5.01 – 0,15...0,2 кг/Гкал), получено 5 - 10 - кратное снижение уровня выбросов оксидов азота (концентрация в дымовых газах с $\alpha = 1$ для котла «Универсал» – 150...300 мг/м³, для горелки СГАУ-0,5.01 – не более 30 мг/м³).

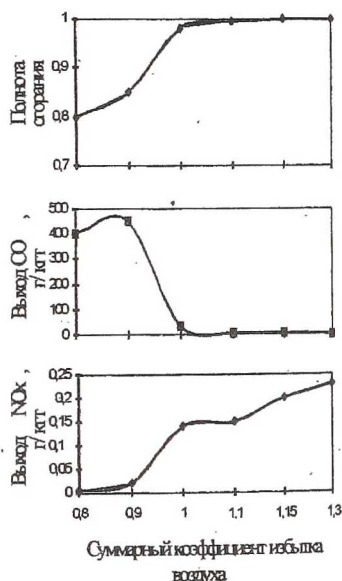


Рис. 3. Экологические характеристики горелки СГАУ-0,5.01

Результаты разработки были представлены для экспертизы в комитет экологии г. Самары, который выдал положительное заключение о целесообразности внедрения разработанной горелки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ивлиев А. В. Способ сжигания топлива. Патент РФ № 2078284 на изобретение. МПК F23С 11/00. Зарегистрирован 27.04.97г., приоритет от 10.04.95г.
2. Ивлиев А.В., Ивлиев С.А. Математическая модель процесса образования оксида азота при горении газообразного топлива. – В кн.: Тезисы докладов XXVI Международного научно-технического совещания по динамике и прочности двигателей, посвященного 85-летию со дня рождения Генерального конструктора академика Н.Д. Кузнецова «Динамика и прочность двигателей». Самара: ТОО «Венета», 1996 – с. 71...72.
3. Ивлиев С.А. Математическая модель процесса образования оксида азота. – В кн.: Тезисы докладов X Всероссийской межвузовской научно-технической конференции «Газотурбинные и комбинированные установки и двигатели». М.: МГТУ, 1996 – с. 128...129.
4. Кривоногов Б.М. Повышение эффективности сжигания газа и охрана окружающей среды. – Л.: Недра, 1986 – 280 с.

УДК 621.438

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ГОРЕНИЯ В КАМЕРАХ СГОРАНИЯ ГТД

Игначков С.М., Постников А.М., Ярославцев В.Г.

ОАО СНТК им. Н.Д. Кузнецова, г. Самара

Одной из самых актуальных проблем, решаемых при создании современных ГТД и при модернизации ГТД, находящихся в эксплуатации, является проблема снижения выбросов вредных веществ (оксидов азота NO_x , монооксида углерода CO и несгоревших углеводородов C_nH_m) с выхлопными газами. Известно, что для обеспечения малой эмиссии вредных веществ организуют горение предварительно перемешанной топливовоздушной смеси (ТВС) в узком диапазоне температуры пламени, например, $T_{\text{пл}} = 1750 \dots 1850$ К, где генерация оксидов азота NO_x , монооксида углерода CO и несгоревших углеводородов C_nH_m достаточно низка. Последнее иллюстрируется зависимостью температуры пламени $T_{\text{пл}}$ и концентрации вредных веществ NO_x , CO , C_nH_m от коэффициента избытка воздуха α предварительно перемешанной