

УДК 621.181

Снижение выбросов в ГТУ различного назначения

Дегтяренко Д. В.

Научный руководитель – д.т.н., профессор КАРНИЦКИЙ Н. Б.

В настоящее время загрязнение окружающей среды носит глобальный характер, поскольку вредные компоненты негативно влияют на здоровье населения, фауну и флору. Это влияние не ограничивается прилегающей территорией, а распространяется на сотни и тысячи километров. Поступления в атмосферу с продуктами сгорания ГТУ оцениваются следующими величинами: оксиды азота - 140, оксид углерода – 210, углекислый газ – 81,5 тыс.т/год. Взвешенная концентрация загрязняющих веществ при этом составляет: оксидов азота – 180 мг/м³, оксида углерода – 250 мг/м³, в связи с чем значительно выросли расходы на охрану окружающей среды. [1]

Показатели выбросов оксидов азота и углерода с продуктами сгорания для некоторых ГТУ указаны в таблице, из которой видно, что у различных турбоустановок мощность выбросов оксидов азота, наиболее сильно влияющие на здоровье человека и экологию, значительно отличается между собой. Концентрация оксидов азота в установках без регенерации ниже, чем в регенеративных установках, поскольку в них температура воздуха на входе в камеру сгорания выше.

Таблица 1 – Показатели выбросов для некоторых ГТУ

Тип ГТУ	Расход продуктов сгорания, нм ³ /с			Мощность выброса NO _x , г/с			Мощность выброса CO, г/с		
ГТ-700-5, ГТ-6-750, ГТН-6, ГТ-750-6, ГПА-Ц-6,3, ГПУ-6, ГПА-Ц-8	35,4	35,4	37,1	6,89	6,89	3,57	1,72	1,72	5,35
	37,1	45,6	47,1	3,57	15,5	3,04	5,35	2,66	6,52
ГТК-10, ГПУ-10, ГТН-10И, ГТНР-10	23,3	47,8	66,5	2,41	4,83	22,6	5,18	6,58	2,58
ГТК-16, ГТН-16, ГТН-16М-1, ГПА-Ц-16, ГПУ-16, ГТН-25И, ГТН-25, ГТН-25-1, Коберра-182, Центавр	68,1	40,6	66,6	4,3	7,68	11,7	1,84	1,92	1,95
	79,2	67,4	66,6	7,57	11,6	6,88	1,51	12,9	13,8
	80,5	76,2	92,5	7,73	6,4	12,7	30,9	0,73	2,63
	117,3	80,2	60,7	13,4	12,5	7,84	39,2	37,8	8,13
	12,9			1,66			0,62		

Согласно [2], при работе на природном газе концентрация оксидов азота не должна превышать 150 мг/нм³, оксидов углерода - 100 мг/нм³. Современные ГТУ выбрасывают оксиды азота с концентрацией в пределах 70-100 мг/нм³.

К методам снижения вредных выбросов с продуктами сгорания относят: впрыск воды или ввод пара в камеру сгорания для снижения максимальной температуры газов в зоне горения, использование химической очистки дымовых газов, модернизацию камер сгорания и их горелочных устройств и т.д. Недостатки первого метода: большой расход воды, необходимость её специальной предварительной очистки от механических примесей и солей жесткости. Примерный суточный расход воды только на один агрегат может достигать до 50-60 м³/сут, что вызывает необходимость отказаться в некоторых случаях от этого метода снижения выбросов NO_x.

Методы химической очистки дымовых газов от оксидов азота делят на три группы:

1. Окислительные. Основаны на окислении оксида азота в диоксид с последующим его поглощением разного рода поглотителями;
2. Восстановительные. Основаны на восстановлении оксида азота до азота и кислорода с применением разного рода катализаторов;
3. Сорбционные. Основаны на поглощении оксидов азота разного рода сорбентами (например, адсорбция диоксида азота торфом, водными растворами щелочей и т.п.).

Применительно к ГТУ на газопроводах, основными направлениями борьбы с вредными выбросами с продуктами сгорания следует считать разного рода реконструкции камер сгорания, специальную организацию процесса сжигания топлива, включая метод

предварительного смешения определенной порции воздуха и топлива перед подачей их в камеру сгорания и т.п.

Многочисленные исследования процессов горения топлива в камерах сгорания ГТУ показывают, что основным направлением по снижению выбросов оксидов азота следует считать уменьшение объема зон горения с максимальным уровнем температуры. Это происходит, прежде всего, из-за повышения качества процесса смесеобразования, обеднения рабочей смеси на участках формирования фронта пламени, организации ступенчатого подвода топлива и воздуха по длине камеры сгорания.

Так, реконструкция камер сгорания на агрегатах типа ГТК-10 за счет установки новых регистров и изменения диаметра отверстий в горелках, перераспределение воздушных потоков первичного воздуха, использовании «микрофакельного» горения, проведенные на ряде компрессорных станциях предприятия «Мострансгаз» позволили снизить содержание NO_x , в выхлопных газах более чем в два раза. [3]

В последние годы активно работают над созданием двухзонных камер сгорания: в первичную зону горения воздух подается в меньшем количестве, чем это теоретически необходимо для горения ($\alpha_1=0,80-0,90$), в результате чего происходит снижение максимальной температуры горения в зоне факела, снижение содержания кислорода в ядре факела и, как следствие, уменьшение скорости образования оксидов азота. Во вторую зону горения вводится уже избыточное количество воздуха ($\alpha_2>2$). Из-за разбавления продуктов сгорания воздухом, последующее горение протекает также при более низкой температуре, вследствие чего во вторичной зоне горения оксиды азота практически не образуются. Применение двухстадийного горения топлива в камерах сгорания ГТУ позволяет снизить выход оксидов азота до 45-50% от начального выхода при сжигании природного газа, однако оно связано с разработкой достаточно сложной конструкции камеры сгорания, что не в полной мере компенсируется снижением эмиссии NO_x . [4]

В настоящее время наиболее простым и дешевым способом снижения выбросов оксидов азота с продуктами сгорания считается способ, основанный на предварительном смешении топлива с воздухом (обедненная смесь) до подачи компонентов в зону горения, то есть качество предварительной подготовки топливо воздушной смеси является основным направлением по снижению образования NO_x при сжигании природного газа в камерах сгорания ГТУ, что подтверждается работой ГТУ на магистральных газопроводах.

Литература

1. РД 51-162-92 «Каталог удельных выбросов загрязняющих веществ газотурбинных установок ГПА. ВНИИГАЗ, 1993 (2004).
2. ГОСТ ИСО 11042-1-2001 «Установки газотурбинные. Методы определения выбросов вредных веществ».
3. Газотурбинные технологии. Специализированно-аналитический журнал. Издательство «Медиа Гранд».
4. Манушин Э. А. Газовые турбины. Проблемы и перспективы. М.: Энергоатомиздат, 1986 – 168 с.