

УДК 621.438

**СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ ОКСИДОВ АЗОТА В ГАЗОТУРБИННЫХ
УСТАНОВКАХ**
**REDUCTION OF NITROGEN OXIDE EMISSIONS IN GAS TURBINE
INSTALLATIONS**

А. В. Казейка

Научный руководитель – И.Н. Прокопеня, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет

г. Минск, Республика Беларусь

prokopenya@bntu.by

А. Kazeika

Supervisor – I. Prokopenya, Senior lecturer

Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

Аннотация: В данной статье описаны методы снижения выбросов оксидов азота в ГТУ. Рассмотрены способы изменения количества выбросов с помощью камеры сгорания, а также при очистке дымовых газов. Приведен наиболее эффективный метод восстановления с помощью катализатора.

Abstract: This article describes methods for reducing emissions of nitrogen oxides in GTU. The methods of changing the amount of emissions using the combustion chamber, as well as during flue gas cleaning, are considered. The most effective method of recovery using a catalyst is given.

Ключевые слова: газотурбинная установка, оксид азота, выбросы, катализатор.

Keywords: gas turbine plant, nitrogen oxide, emissions, catalyst.

Введение

Газотурбинная установка (ГТУ) – тепловая машина, в которой тепловая энергия газообразного (жидкого) рабочего вещества преобразуется в механическую энергию. Основными частями установки являются: компрессор, камера сгорания (КС) и газовая турбина [1].

В основном ГТУ работает на газообразном топливе (сжиженный газ, природный газ и т.д.), но иногда применяется и жидкое (керосин, дизельное топливо и т.д.), а именно в аппаратах малой мощности. В настоящее время популярным становится переход компактных ГТУ на использование твердых горючих веществ (торф, древесный уголь и т.д.).

Горение топлива в ГТУ происходит в КС при взаимодействии с воздухом. Кислород является окислителем, в результате чего происходит реакция окисления. При соединении кислорода с углеродом, водородом и серой топлива образуются соответственно углекислый газ, водяной пар и диоксид серы.

Основная часть

К вредным веществам, которые образуются в результате сжигания топлива, следует отнести оксиды азота, серы SO_2 , окислов углерода CO ,

метана CH_4 и других летучих веществ. Наибольшее количество в выбросах составляют оксиды азота [2].

Согласно постановлению Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, нормы выбросов оксидов азота для ГТУ составляет от 50 до 150 мг/м³ [3]. Но большинство установок не соответствуют требованиям, где выбросы могут достигать до 350 мг/м³.

Поэтому требуется прибегать к методам снижения количества загрязняющих выбросов. К таким методам относят: впрыск воды или пара в КС для снижения максимальной температуры газов в зоне горения; модернизация камер сгорания и их горелочных устройств и т.д. Но у каждого метода имеются свои недостатки [2].

К недостаткам использования метода впрыска воды и пара относят большой расход воды, а также необходимость в ее предварительной химической очистке. Этот метод может быть использован, если на территории сооружений имеется котельная установка. Для ГТУ мощностью примерно 20 МВт впрыск пара в количестве примерно 3% от расхода первичного воздуха позволяет снизить выход оксидов азота примерно в два раза.

При использовании ГТУ на газопроводах, борьбу с выбросами с продуктами сгорания ведут с помощью разного рода реконструкций камер сгорания с горелочными устройствами. Применение двухстадийного горения топлива в камерах сгорания ГТУ позволяет снизить выход оксидов азота до 55% от начального выхода при сжигании природного газа. Однако двухстадийное сжигание топлива связано с разработкой достаточно сложной конструкции камеры сгорания, что не в полной мере компенсируется снижением эмиссии NO_x .

Также существуют методы химической очистки дымовых газов:

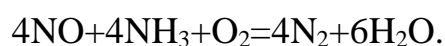
Окислительные, основанные на окислении оксида азота в диоксид с последующим его поглощением разного рода поглотителями;

Восстановительные, основанные на восстановлении оксида азота до азота и кислорода с применением разного рода катализаторов;

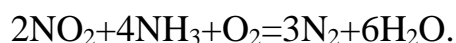
Сорбционные, основанные на поглощении оксидов азота разного рода сорбентами [2].

Наиболее эффективно используется селективное каталитическое восстановление. Он заключается в восстановлении оксидов азота с помощью вещества аммиака при 150-450 °С в присутствии катализатора. Такой процесс называется селективным, так как аммиак имеет более высокую реакционную способность по отношению к оксидам азота, чем к кислороду.

Доля монооксида азота в отработавших газах составляет 90-95% от общей концентрации оксидов азота, поэтому основная реакция:



Диоксид азота, на долю которого приходится 5-10%, реагирует по уравнению:



Наименьшее количество O_2 , которое находится в уходящих газах, ускоряют восстановление оксидов азота, но более высокое содержание O_2 оказывает неблагоприятное воздействие, замедляя процесс.

Также могут применять неселективную каталитическую очистку газов от оксидов аммиака. В качестве реагентов восстановителей используют такие химические вещества: водород, метан и другие углеводороды [4].

Заключение

Очистка продуктов сгорания от оксидов азота сложна и экономически невыгодна. Наиболее эффективными являются внедрение новейших технологий подавления оксидов азота на стадии сжигания топлива при малом избытке воздуха и применение селективной каталитической очистке дымовых газов.

Сегодня к современным камерам сгорания предъявляются следующие требования: это должны быть компактные конструкции топливосжигающих устройств с высокой эффективностью рабочих процессов, использование которых экономически оправдано с точки зрения создания и эксплуатации.

Литература

1. PrincipRaboty [Электронный ресурс]/ Принцип работы ГТУ. – Режим доступа: <https://principraboty.ru/princip-raboty-gtu/#h2-2>. – Дата доступа: 12.04.2023.
2. Lektsii [Электронный ресурс]/ Методы их снижения. – Режим доступа: <https://lektsii.org/2-71712.html>. Дата доступа: 12.04.2023.
3. Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [Электронный ресурс]: 18 июля 2017 г., № 5-Т // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нацю центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.
4. Экоэнерготех [Электронный ресурс]/ Способы снижения выбросов оксидов азота в окружающую среду. – Режим доступа: <https://eet-msk.ru/posts/7>. – Дата доступа: 12.04.2023.