

УДК 66.0

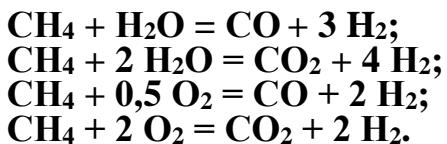
ГОМОГЕННАЯ ОЧИСТКА ДЫМОВЫХ ГАЗОВ В ПЕЧИ ПАРОВОГО РИФОРМИНГА

Прожикин Д.Д., студент группы ХНм-191, 1 курс

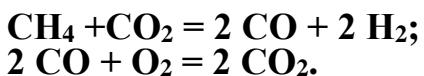
Научный руководитель: Игнатова А. Ю., к.б.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

В современной промышленности природный газ можно использовать для самых разнообразных целей, начиная от банального сжигания в виде топлива, так и для синтеза очень ценных химических соединений, таких как метанол, синтез-газ, аммиак и многих других продуктов, без которых на сегодняшний день не способна существовать ни химическая, ни агрохимическая промышленность. Путем взаимодействия природного газа с водяным паром, или кислородом воздуха, мы получаем полу продукт в виде водорода и смеси оксидов углерода по реакциям:



А также протекают побочные реакции [1]:

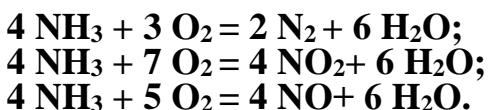


Одним из основных методов получения водорода является метод паровой конверсии природного газа, проходящий в печи риформинга, в технологии синтеза аммиака. Так как данная реакция является эндотермической, для её проведения требуется постоянный подвод тепла, который осуществляется за счет сжигания части природного газа в межтрубных горелках инжекционного типа. В технологической схеме производства аммиака предусматривается подвод отпарных газов в аппарат риформинга из стадии метилдиэтаноламиновой (МДЭА) очистки конвертированного газа от оксидов углерода, и танково-продувочных газов из стадии синтеза аммиака, имеющие следующий состав:

- Аммиак (NH_3) – 1-12 %;
- Водород (H_2) – 15-58 %;
- Инертные газы (Азот – N_2 , непрореагировавший метан – CH_4 , аргон – Ar , гелий – He) [2].

Так как танково-продувочные газы используют в виде топлива, вместе с метаном при сжигании в печи первичного риформинга, это приводит к увеличению содержания «бурого газа», и других оксидов азота, в 3-4 раза.

При сжигании природного газа в межтрубных горелках, аммиак начинает реагировать с кислородом воздуха, при наличии металлических или керамических поверхностей в составе футеровки печи, с образованием азота, «бурого газа» и оксида азота (II) по реакциям:

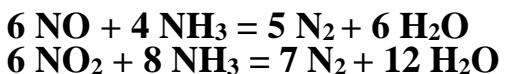


Образование оксидов азота также может зависеть и от режима эксплуатации горелок [3].

Для того чтобы снизить содержание этих вредных веществ, в дымовых газах, используют гомогенное восстановление аммиаком при температуре от 900 до 1000 °C.

Данная температура обусловлена тем, что при снижении её ниже заданного интервала, степень очистки газа от оксидов азота существенно падает, а нарушение верхнего предела может приводить к преждевременному разрушению реакционных труб печи риформинга.

При соблюдении температурного режима протекает реакция восстановления оксидов азота до молекулярного азота и воды, по следующим реакциям:



Максимальный эффект очистки дымовых газов достигается при соотношении расхода аммиака к оксидам азота, в пересчете на диоксид азота, равном не менее 1,5.

Метод гомогенной очистки имеет некоторые недостатки, включающие в себя:

– низкая калорийность танково-продувочных газов:

Приводит к увеличению расхода природного газа на горелки печи риформинга, что увеличивает себестоимость конечного продукта;

– зависимость от температурного режима:

Любое нарушение снижает степень очистки практически до нуля и создает возможность для дополнительных выбросов оксидов азота при протекании побочных реакций окисления аммиака;

– Использование продукта:

Гомогенная очистка дымовых газов подразумевает использование конечного продукта производства – аммиака, что снижает производительность данного производства.

В данной технологии, помимо стандартного исполнения печи риформинга, вводятся форсунки, выполненные из жаропрочных материалов, и трубопроводы, подводящие к ним аммиак, пар с давлением 0,7 Мпа, для защиты трубопроводов и форсунок от перегрева, и пар с давлением 0,35 МПа, для

разбавления амиака с последующим улучшением газораспределения по всему объему газохода.

Направление движения среды в форсунках совпадает с направлением движения дымовых газов.

Проведенные испытания доказали, что концентрация оксидов азота, после очистки снижается в 4-5 раз.

При стандартных условиях концентрация оксидов азота, в пересчете на «бурый газ», находится в интервале от 500 до 550 мг/м³. А после прохождения гомогенной очистки, эта цифра не превышает 130 мг/м³ [4].

Список литературы

1. Ахметов, Т. Г. Химическая технология неорганических веществ: Кн. 1. [Текст]: учеб. пособие/ Т.Г. Ахметова; «Лань». – Санкт-Петербург, 2017. – 688 с.
2. Пронин, К.С. Проблема утилизации танковых и продувочных газов отделения синтеза производства амиака / К.С. Пронин // Научный аспект № 3-2012. – Самара, 2012. – С. 123 – 128
3. Курин, Л.Н. CO₂ Риформинг метана [Электронный ресурс],- <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=10227>
4. Недосек, А.Г. Инструкция по охране труда и рабочему месту для оператора [Текст]: инструкция / Г. В. Енютин, Н. И. Христенко, В. Н. Ударцев, 2018. – 207 с.