



ИПХФ РАН

Институт проблем химической физики РАН

Матричная конверсия компонентов попутного нефтяного газа в синтез-газ

Озерский А.В., Зимин Я.С., Никитин А.В.,
Фокин И.Г., Седов И.В., Савченко В.И., Арутюнов В.С.

E-mail: alex.ozersky.1992@gmail.com

Попутный нефтяной газ (ПНГ, [Associated gas](#)) - это природный углеводородный газ (смесь газов и парообразных углеводородных и не углеводородных компонентов), растворенный в нефти или находящийся в «шапках» нефтяных и газоконденсатных месторождений

| Показатели | 2012 г. | | 2013 г. | | 2013/ 2012, % |
|-----------------------------------|---------------------|------------|---------------------|------------|------------------|
| | млрд м ³ | % | млрд м ³ | % | |
| Добыча газа | 654 | 97 | 668 | 98 | 102 |
| В том числе: | | | | | |
| природного газа | 582 | 87 | 593 | 87 | 102 |
| ПНГ | 72 | 11 | 75 | 11 | 104 |
| Сожжено ПНГ на факелах | 17 | 3 | 16 | 2 | 94 |
| <i>Итого, валовая добыча газа</i> | <i>671</i> | <i>100</i> | <i>684</i> | <i>100</i> | <i>102</i> |

Источники: Итоги производственной деятельности отраслей ТЭК России // ТЭК России. – № 1. – 2013–2014; Сводные показатели производства энергоресурсов в Российской Федерации // Инфо ТЭК. – № 1. – 2013–2014.



Существует актуальная проблема рационального использования ПНГ. Перспективным способом его переработки является матричная конверсия входящих в состав ПНГ углеводородов в синтез-газ и водород.

В условиях матричной конверсии происходит интенсивный радиационный и конвективный теплообмен между фронтом пламени и поверхностью матрицы, изготовленной из пронцаемого для газа и достаточно термостойкого материала. Например, подпресованной фехральной проволоки. За счёт рекуперации тепла в теле матрицы происходит существенное расширение пределов горения



Фехраль (X23Ю5Т). Содержание Cr - 22-24%, Al - не более 5-5,8%, Ni - до 0,6%, Ti - 0,2-0,5%, Fe – ост.

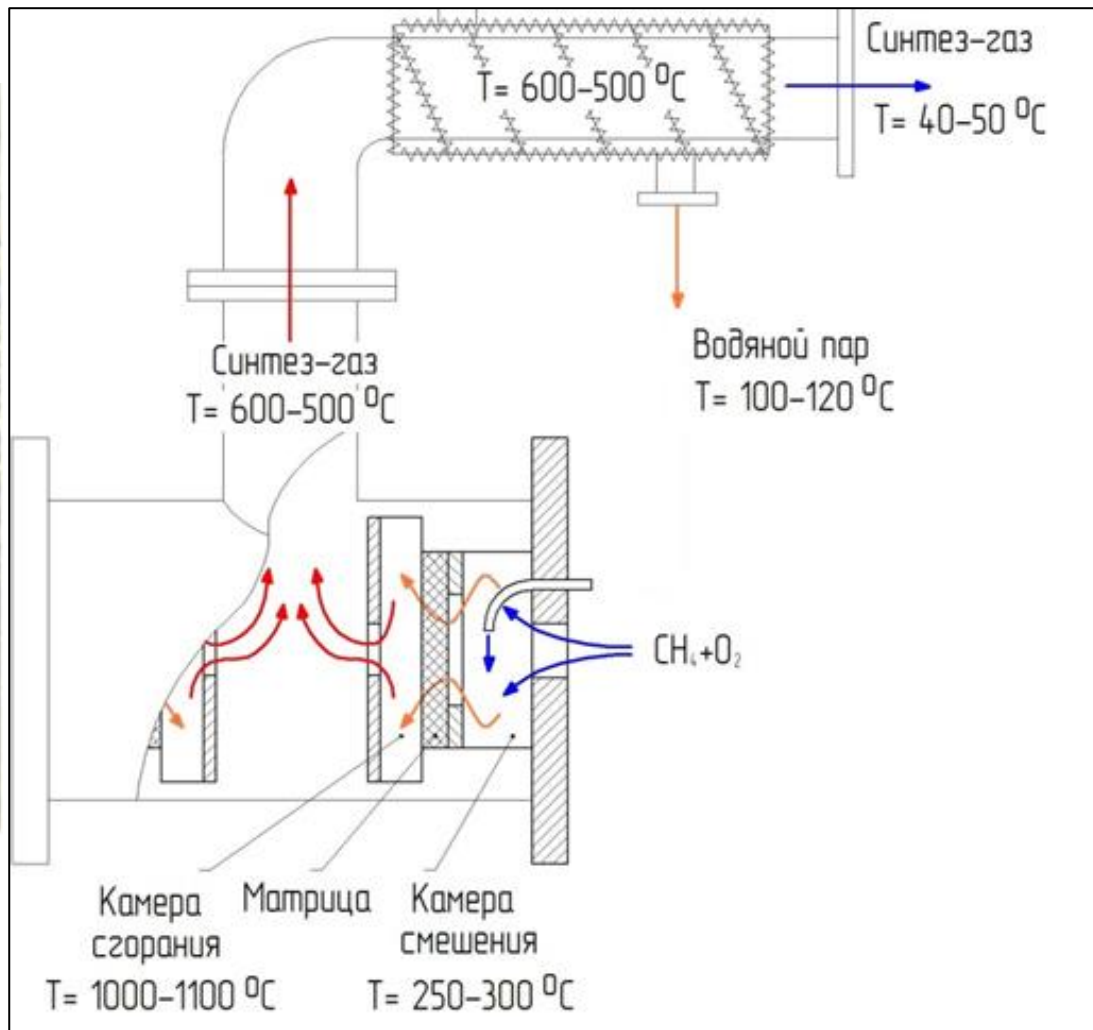
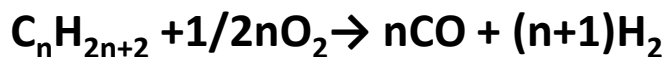
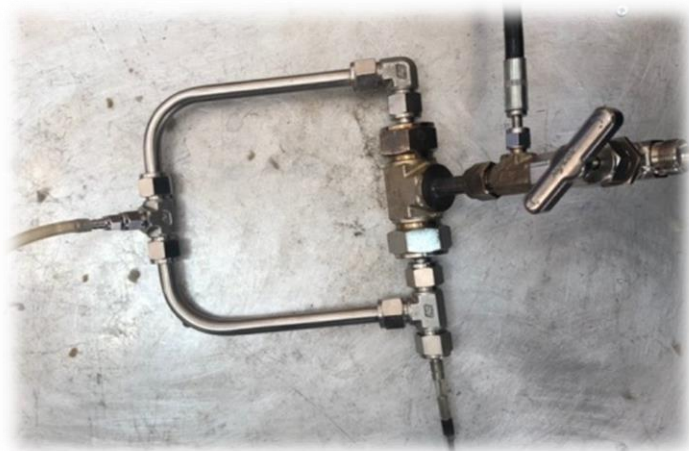


Схема рекуперации тепла в матричном конверторе 3

Окисление углеводородов в этих условиях протекает по реакции, которая может быть представлена в общем виде:



На полное окисление расходуется ~ 10% углеводородов.



Лабораторный реактор

| Параметр | Матричная конверсия (окислитель-кислород) | Паровая конверсия |
|---|---|--|
| Удельная производительность (по синтез-газу), л/час | 65 на 1 см площади матрицы | 3,5-4,0 с 1 см ³ катализатора |
| Катализатор | НЕТ | ДА |
| Тип углеводородного сырья | Природный газ, ПНГ, биогаз | Природный газ |
| Затраты энергии | Автотермический | Требует энергии |



Внешний вид установок демонстрационных матричной конверсии углеводородов различной производительности

Целью данной работы была оценка влияния углеводородов C_{2+} , входящих в состав ПНГ, на матричную конверсию в пилотном масштабе.

Оценка возможности организации матричной конверсии попутного нефтяного газа в пилотном масштабе проводилась с использованием пропан-бутановой смеси, которая содержит более 90% углеводородов C_{2+} . Также, как и при использовании природного газа, было показано, что матричной конверсией пропан-бутановой смеси можно получать синтез-газ с высокой производительностью и энергоэффективностью. При этом наблюдались полные конверсии кислорода и углеводородов C_{2+} . В ходе экспериментов варьировались расход исходной смеси, коэффициент избытка окислителя α .

В результате, для дальнейшей оптимизации процесса, была определена область параметров, при которой наблюдается стабильное горение пропан-бутановой смеси. Получен синтез-газ с содержанием H_2 ~11,5%, CO ~13,5%, CO_2 ~4,7% при удельном расходе топливной смеси 58 л/ч на 1 см² поверхности матрицы и коэффициенте избытка окислителя $\alpha=0,36$. Экспериментально показано, что добавление водяного пара к исходной смеси позволяет в 2-3 раза снизить содержание ацетилена – предшественника сажи и каталитического яда для последующих синтезов – в получаемом матричной конверсией пропан-бутановой смеси синтез-газе.