

Секция I
ПЕРСПЕКТИВЫ, СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ
И НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ХИМИЧЕСКИХ
И НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

УДК УДК 677.027.622

Жагфаров Ф.Г., Кодряну Н.П
(РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТАНОВОК ПАРОВОЙ КОНВЕРСИИ
ПРИРОДНОГО ГАЗА И ПИРОЛИЗА МЕТАНА
С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА

Композиционных полимерные материалы широко применяются для нанесения триботехнических покрытий. Среди них наибольшее применение в практическом машиностроении получили покрытия на основе алифатических полиамидов – полиамида

В данной работе было проведено исследование энергоэффективности производства водорода процессами паровой конверсии природного газа и пиролиза метана с помощью построения кинетических моделей данных процессов в программах Aspen Hysys и Aspen Plus. По результату исследования процесс паровой конверсии оказался более энергоэффективным чем процесс пиролиза метана.

Ключевые слова: Водород, паровая конверсия, пиролиз метана, моделирование, Hysys, Plus.

Водородная энергетика сегодня является популярной и быстрорастущей темой. Европейские страны и страны АТР (Азиатского-Тихоокеанского региона) уже подписали программу перехода на водородную энергетику к 2050 году, с целью уменьшения выбросов оксидов углерода. Многие из подписавших данную программу стран планируют производить «зелёный водород», то есть водород, при получении которого не происходит эмиссии оксидов углерода. В качестве основной технологии для получения данного водорода рассматривается процесс электролиза воды с ВИЭ (восполняемые источники энергии). Россия сегодня стоит на перепутье, так как Европа и страны АТР являются основными потребителями российского природного газа и если данные программы вступят в силу, то остаётся два пути: продолжить экспорт природного газа в Европу и Азию с новыми пошлинами

за эмиссию углерода или же налаживание производства водорода в стране. В качестве источника для данного водорода может выступать природный газ.

В данной работе были построены модели перспективных процессов для производства водорода из природного газа – паровая конверсия природного газа и пиролиз метана, результаты расчёта которых были проанализированы по главному параметру – энергозатраты на нм^3 (нормальный кубический метр) водорода $[\text{кВт}/\text{нм}^3]$.

Для создания модели паровой конверсии природного газа были использованы кинетические данные работ [1,2] с учетом алюмоникелевого катализатора и мольным соотношением ПГ (природный газ): вода = 1: 2 с помощью программы Aspen Hysys. Модель пиролиза метана была создана на основе двух методов: с эффектом «водородного торможения» [3], с использованием кинетики брутто – схемы Касселя [4], в программе Aspen Plus, так как она позволяет считать модели с графитом – вторым продуктом пиролиза метана.

Модели технологических процессов представлены на рисунке 1.

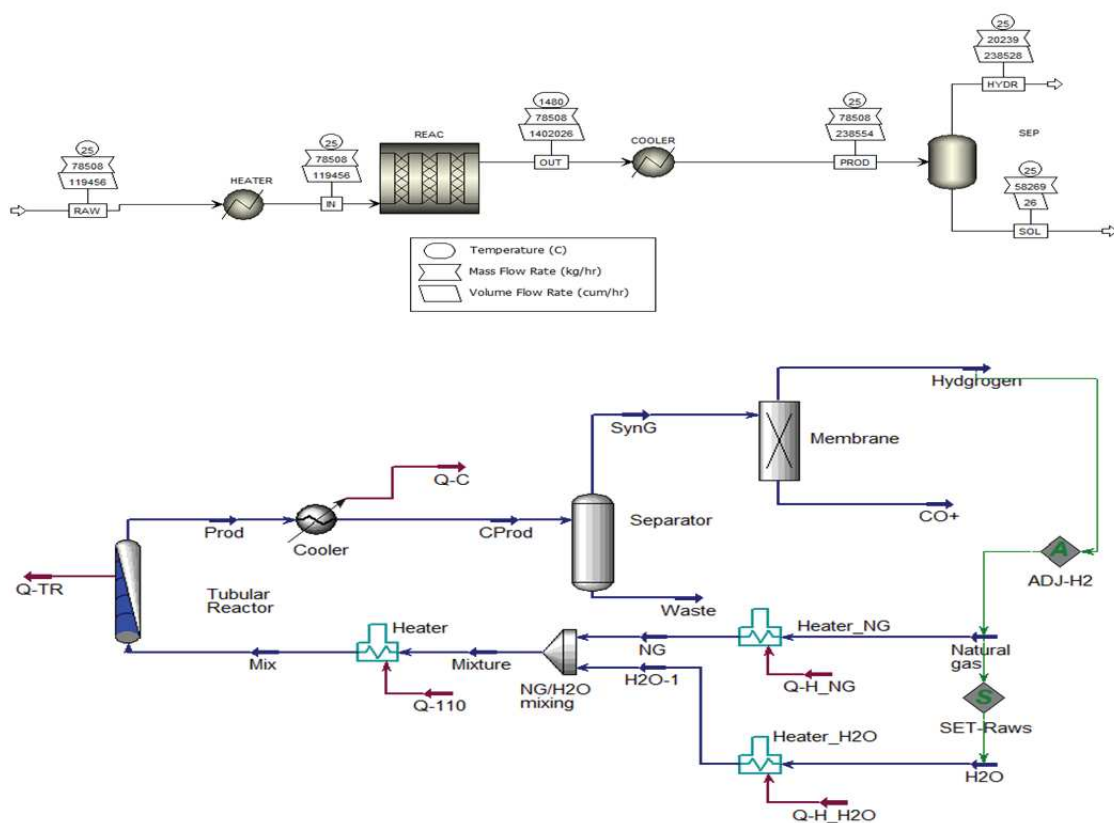


Рисунок 1 – Модели технологических процессов.
Сверху – процесс пиролиза метана.
Снизу – процесс паровой конверсии природного газа

В результате расчёта моделей были получены данные, представленные в таблице 1.

По результату анализа и сравнения полученных данных можно прийти к выводу, что процесс паровой конверсии природного газа является более энергоэффективным процессом чем пиролиз метана, однако процесс производства водорода методом паровой конверсии приводит к эмиссии оксидов углерода. Только процесс выделения и утилизации оксидов углерода с помощью мембраны может перевести данный водород в категорию «голубого» водорода. Пиролиз же метана не приводит к эмиссии оксидов углерода, однако для статуса «зелёного» водорода потребуется ВИЭ.

Таблица 1 – Результаты расчёта моделей

Показатели	ПМ «Водородное торможение»	ПМ «Кассель»	ПК ПГ
Производительность по водороду, нм ³ /ч	218473,42	218037,28	220820,37
Расход метана, кг/чг	73802,87	74082,24	48496,91
Конверсия по метану, % моль	99,71%	99,81%	99,04%
Температура реактора, °С	1480,00	1460,00	850
Общие затраты энергии, кВт	285104,53	292511,54	262150
Энергозатраты на 1 нм ³ водорода, кВт/нм ³	1,30	1,34	1,19
Эмиссия СО ₂ , кг/ч	0,00	0,00	99358,706
Чистота водорода, % моль	99,57	97,12	100
Объём реакционной зоны, м ³	12 058	12 058	1131

В дальнейшем планируется усовершенствование модели пиролиза метана, объединение двух кинетических моделей в одну, сравнение данных технологий по энергоэффективности с технологией электролиза воды. Также планируется рассмотрение системы мембранного разделения оксидов углерода в паровой конверсии природного газа с его дальнейшими путями утилизации или синтеза.

Литература

1. Дубинин А.М., Тупоногов В.Г., Скисов Г.Н., Чернышев В.А. Моделирование процесса паровой конверсии метана. Проблемы энергетики, 2015. № 1–2.
2. Жоров Ю.М. Термодинамика химических процессов (нефтехимический синтез, переработка нефти, угля и природного газа). М.: Химия, 1985. С. 320.

3. Молодых Э.И., Булгаков В.И., Васильева Н.Н. К кинетике выделения сажи при пиролизе метана. Научные и образовательные проблемы гражданской защиты, 2012'1.

4. Kassel L.S. //J. Amer. Chem. Soc. 1932. V. 54. P. 3949

УДК 66.061

Гайле А.А., Ахмад М., Воробьева А.Р.

(Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет))

Камешков А.В.

(ООО «ПО «Киришинефтеоргсинтез»)

ЭКСТРАКЦИОННАЯ ОЧИСТКА ТЯЖЕЛОГО ГАЗОЙЛЯ УСТАНОВКИ ЗАМЕДЛЕННОГО КОКСОВАНИЯ N-МЕТИЛПИРРОЛИДОНОМ

Газойли вторичных процессов нефтепереработки, в том числе полученные на установках замедленного коксования, характеризуются пониженным качеством по сравнению с прямогонными фракциями: высоким содержанием полициклоаренов, азотсодержащих соединений, смол, непредельных углеводородов, осложняющих процессы гидроочистки. Азотсодержащие компоненты промотируют полимеризацию непредельных углеводородов, смоло- и осадкообразование, дезактивируют кислотные центры катализаторов, смолы и полициклоарены вызывают ускоренное закоксовывание катализаторов.

Однако эти нежелательные компоненты, труднее всего подвергающиеся гидрогенолизу, наиболее легко экстрагируются селективными растворителями, например N-метилпирролидоном [1]. Цель данного исследования – оценка эффективности экстракционного облагораживания тяжелого газойля установки замедленного коксования ОАО «Газпромнефть – Омский НПЗ», характеристика которого приведена в таблице 1, N-метилпирролидоном при невысоких массовых отношениях к сырью 0.3:1 и 0.5:1, а также экстракционной системой N-метилпирролидон – гептан.

Опыты одноступенчатой экстракции проводили при 40°С в термостатированной делительной воронке, N-метилпирролидон реагировали из рафинатной фазы водой в три ступени в перекрестном токе при объемном отношении воды 2:1. Гептан из равновесных фаз, а также N-метилпирролидон из экстрактной фазы удаляли перегонкой.