

«Engineering and Consulting PFA Alexander Gadetskiy»

<https://makston-engineering.ru/>

MASTER

Discipline: PROCESS methanol to olefins, methanol to gasoline, methanol to diesel, diisopropyl ether, polyethylene UHMW PE, acetylene

Name: Alexander.gadetskiy@inbox.lv

Sign.

Date: 08.01.2015

Date: 22.10.2022 Обновлено



Альтернативные варианты переработки природного газа для концепции развития Дулисьминского НГКМ.



1. Введение.

1.1 В 2015 году в открытом доступе появилась презентация о развитии Дулисьминского НГКМ <https://makston-engineering.ru/prezentacii-1#krg> В том числе демонстрировался вариант переработки природного газа, стр. 13, 14, а также стр. 23-30. Представленная конфигурация в виде процессов МТО, МТГ с получением: метанола, пропилена и компонента автобензина, а также синтеза уксусной кислоты, не отличалась оригинальностью. Затраты на строительство и сроки реализации не радовали инвесторов, как и логистические проблемы с отгрузкой огромных объемов продукции.

Перечисленное и послужило поводом для обращения к независимым процесс-инженерам для получения альтернативных вариантов переработки природного газа в объеме 1.5 млрд. нм³/год, состав которого представлен в **Таблице 1**.

Таблица 1.

Компоненты	% мол.	% об.	% масс.
Метан	86,51	86,57	
Этан	6,59	6,55	
Пропан	1,44	1,42	
Бутан	0,35	0,34	
С5 и выше	0,02	0,02	
Азот	4,88	4,89	
Водород	0,0÷0,10	0,0÷0,10	
Гелий	0,21	0,21	
Двуокись углерода	0,00	0,00	
Относительная плотность 0,610 ÷ 0,640			
Плотность газа при 20 ⁰ С и 101,325 кПа 0,740 ÷ 0,770кг/м ³			

1.2 Заказчик был уведомлен, что концепция не претендует на эксклюзивность и не содержит новых или уникальных технологий. В основу будут заложены стандартные технологические решения из мировой практики, которые эксплуатируются при переработки природного газа. Все представленные процессы имеют промышленные аналоги, не являются демозаводами и не составляют коммерческую тайну.

Основная цель – это демонстрация, что переработка природного газа не ограничивается метанолом и карбамидом.

1.3 Работа была выполнена в форме обзора, в максимально короткие сроки, а с учетом добрых отношений не имела какой-либо финансовой нагрузки. Но в последующем любой из вариантов всегда может быть расширен в рамках концептуального инжиниринга <https://makston-engineering.ru/inzhenernyj-servis/post/konceptualnye-proekty-mogut-vypolnyatsya-po-dvum-variantam>

Введение

Общее описание технологического процесса, если имеются различные варианты технологий, то они приводятся. Наличие аналогов, если информация по производствам является открытой. Доступ к лицензиям на процесс, ноу-хау на оборудования (если имеются). Возможности получения базового проекта, создание реплики, лицензионные права.

Технические условия на сырье и продукцию.

BFD схема процесса производства.

PFD схемы процесса с выделением основных потоков и принципиальных схем регулирования.

Материальные балансы процесса производства.

Технология производства, описание процесса включая основные параметры режима, основное оборудование и принципиальные схемы регулирования.

Операционные затраты (только в границах установок) на процесс производства.

Прием, хранение сырья и готовой продукции с указанием объемов хранения

Объекты ОЗХ. Описание и основные количественные характеристики.

Основное оборудование. Характеристики достаточные для оценки стоимости.

Капитальные затраты (только в границах установки):

- на основе объектов аналогов, если информация по производствам является открытой

- на основе <https://makston-engineering.ru/inzhenernyj-servis/post/ocenka-stoimosti-stroitelstva-ob-ektov-himii-neftehimii-i-neftepererabotki>

1.4 Рассматриваемые в данном обзоре, варианты не будут включать в себя:

- производства базовых полиолефинов ПЭ и ПП ординарных марок
- производства метанола и его производных, таких как: уксусная и муравьиная кислоты, диметилвый эфир, формальдегид
- производства аммиака и карбамида
- производства, основанные на реакции Фишера-Тропша.

1.5 Не рассматриваются базовые полиолефины ординарных марок, т.к. комплексы «ЗабСибНефтехим» и «Амурский ГХК» компании Сибур с выпусками 1,5 млн. тонн/год ПЭ и 1,0 млн. тонн/год ПП для каждого из них, а также «ВНХК» компании Роснефть, с близкими объемами выпуска ПЭ и ПП не предполагают строительство новых производств.

Эффективность и надежность технологий МТР-МТО, не должна вызывать сомнений.

Дополнение от 2022 года. Вероятно, ВНХК уступил свое место Иркутской нефтяной компании, так что в балансе олефинов ничего не изменилось.

1.6 Не рассматриваются крупнотоннажные производства метанола, аммиака, карбамида с выпусками продукции от миллиона тонн, которые располагаются с возможностью речной или морской отгрузки, как непосредственно в припортовых зонах, либо связаны трубопроводами с морскими (речными) терминалами. В случае Дулисымы отсутствуют обе возможности транспортировки. Аналогичная ситуация складывается и с аммиаком.

1.7 Не рассматриваются процессы на основе реакций Фишера-Тропша (ФТ), т.к. реалии экономики показывают, что они эффективны в двух вариантах: это синергия с НПЗ или синергия с потребителем парафинов, например, для жирных кислот или спиртов.

Процессы ФТ давно перестали быть экзотикой, как в аппаратурном, так и в каталитическом плане. Эффективность и надежность ФТ не вызывает сомнений.

2. Основные технологические решения. Варианты.

2.1 Вариант 1А. Топливный с выпуском автобензина Класса 5. Технологическая схема процесса MTG обеспечивает выпуск автомобильного бензина Класса 5 с октановым числом не ниже 92, а при блендировании с МТБЭ или ТАМЭ с ОЧ до 95.

При переработке 1,5 млрд. м³/год природного газа, имеющегося в распоряжении у Дулисымы, **Таблица 1.** Выход автобензина составит не менее 650 т.т. год, пропан-бутановой фракции не менее 150 т.т. год.

При отсутствии инфраструктуры для продажи фракции C₃-C₄ она может быть полностью переработана внутри установки MTG на топливо (автобензин) или электроэнергию.

Дополнительной и чрезвычайно доходной опцией для этой схемы является переработка фракции тяжелого бензина (не менее 20 т.т. год) с получением 1,2,4,5-тетраметилбензола (дурола), цена которого достигает 5500 долл. FOB Китай.

2.2 Вариант 1Б. Топливный с выпуском дизельного топлива Класса 5. Технологическая схема процесса MTG обеспечивает выпуск дизельного топлива Класса 5 с цетановым числом не ниже 51 и содержанием серы не более 10 ppm.

При переработке 1,5 млрд. м³/год природного газа, имеющегося в распоряжении у Дулисымы, **Таблица 1.** Выход дизеля составит не менее 600 т.т. год, пропан-бутановой фракции не менее 70 т.т. год.

При отсутствии инфраструктуры для продажи фракции C₃-C₄ она может быть полностью переработана внутри установки MTG на топливо (автобензин) или электроэнергию.

Дополнительной опцией в этой схеме является выпуск фракции бензина, не менее 80 т.т. год в любом случае его качество отвечает стандарту Класса 5, но ОЧ, как правило не превышает 89-90.

Дополнение от 2022 года. Варианты переработки природного газа в топливо (бензин и дизель) с представлением описания процесса и материальными балансами, по ссылке <https://makston-engineering.ru/kontseptualnyy-proyekt-27>

2.3 Вариант 2. Топливо-нефтехимический. Полиэтилен ультравысокой плотности и диизопропиловый (ДИПЭ) эфир, как компонент дизельного топлива.

2.3.1 Полиэтилен ультравысокой плотности UHMW PE высоколиквидный и востребованный рыночный продукт, количество установок по всему миру не больше чем пальцев обеих рук, **Таблица 2.**

Не обновлялась. **Таблица 2.**

Установки полиэтилена сверхвысокой плотности UHMW-PE			
Nr. crt.	Местоположение	Мощность, т/год	Год строительства или ввода в эксплуатацию
1	Germania, Oberhausen	40,000	2004
2	SUA, Texas, Bishop	30,000	2002
3	China, Nanjing	20,000	2008
4	SUA, La Porte , Texas		a inceput constructia in 2014, se va termina in 2016
5	Arabia Saudita, Jubail	35,000	2014
6	Brazilia, Camacari, Bahia	45,000	2005

2.3.2 Получение этилена в процессе МТО невозможно без получения пропилена. Переработка 300 млн. м³/год природного газа обеспечит выпуск не менее чем 65 т.т. год этилена, что соответствует достаточно большому объему выпуска UHMW PE в количествах не менее 60 т.т. год. Количество пропилена будет несколько большим, около 70 т.т. год, что достаточно для вполне окупаемой мощности по ДИПЭ равной около 100 т.т. год и будет являться хорошей качественной и количественной добавкой к дизельному топливу по **Варианту 1Б.**

2.3.3 При рассмотрении варианта с получением UHMW PE, мощность МТО будет фиксированной по этилену, так как полимеризаций на полиэтилен ультравысокой плотности, более чем на 60 т.т. год не существует. В тоже время и на той же установки МТО совсем не мешает увеличивать выход пропилена за счет режима, изменяя соотношение пропилен/этилен до 3:1. Расход газа на сырье возрастет, а количество получаемого пропилена может достигнуть 200 т.т. год, что достаточно для производственной мощности по окиси пропилена, продукта чуть менее ликвидного, чем UHMW PE.

2.3.4 Еще одной возможностью совместного использования этилена и пропилена является СКЭПТ, чрезвычайно востребованный, как в России, так и в Китае этилен-пропиленовый термоэластопласт, иногда его называют этилен-пропиленовым каучуком.

2.3.5 Несколько примеров по использованию технологии МТО показали, что ее возможности позволяют производить очень высоколиквидные продукты при небольших мощностях переработки, причем возможен выпуск продуктов по всем указанным направлениям **Варианта 2**, т.е. UHMW PE, и ДИПЭ, и СКЭПТ, и окись пропилена, в любом случае потребление газа не превысит 500-600 млн.м³/год, что в совокупности с **Вариантами 1А или 1Б** не выйдет за рамки лимита 1.5 млрд. м³/год, который и был принят за основу технологического проектирования.

3. Вариант 3. Нефтехимический на основе ацетилена.

3.1 Принципиальным отличием от первых двух вариантов, в которых прямо или косвенно базовым продуктом являлся метанол, в данном случае, базовый продукт ацетилен, который получают окислительным пиролизом метана. Линейка продуктов на основе ацетилена очень разнообразна, в качестве примера только некоторые ветви «ацетиленового дерева».

Переработка 1,5 млрд. м³/год природного газа позволяет получить около 250 т.т. год 1,4-бутандиола (БДО), что фактически закрывает дефицит мирового рынка, который приблизительно равен этой цифре. Переработка БДО в тетрагидрофуран (ТГФ), продукт еще более востребованный, повысит привлекательность комплекса в разы. В свою очередь переработка ТГФ в политетрагидрофуран открывает путь к полиуретанам.

По просьбе Заказчика в дополнение к краткому обзору технологий переработки природного газа был составлен блог <https://makston-engineering.ru/blog-zametki/post/gaz-vo-vse-podryad> в котором не только обобщалась топливная схема, но и очень детально рассматривалось «дерево ацетилена» имеющее достаточное количество ветвей, наиболее интересные из них:

- бутандиол – бутиролактоны – пирролидоны – тетрагидрофураны
- ацетиленовые спирты и гликоли – пропаргиловый спирт
- диацетилены – полиацетилены
- винилхлорид, для выпуска специальных марок ПВХ до 100 тыс. т/год, в том числе хлорированного
- сложные виниловые и этилиденные эфиры
- ацетилиниды меди, ртути, мышьяка, алюминия
- ацетиленовые соединения серы, азота