



ИнфоМайн 

исследовательская группа

Объединение независимых экспертов в области минеральных ресурсов,
металлургии и химической промышленности

Обзор рынка этилена в СНГ и прогноз его развития в условиях финансового кризиса

Демонстрационная версия

*Москва
март, 2009*

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация.....	8
Введение.....	9
I. Технология производства этилена и используемое в промышленности сырье.....	11
I.1. Способы производства этилена	11
I.2. Основные виды сырья для получения этилена	17
I.3. Направления поставок сырья	19
II. Производство этилена в СНГ	20
II.1. Качество выпускаемой продукции.....	20
II.2. Объем производства этилена в странах СНГ в 1999-2008 гг.	21
II.3. Предприятия-производители этилена в СНГ	25
II.4. Текущее состояние крупнейших производителей этилена	29
II.4.1. ОАО "Нижнекамскнефтехим" (Республика Татарстан, РФ).....	29
II.4.2. ОАО "Казаньоргсинтез" (Казань, Республика Татарстан, РФ).....	37
II.4.3. ООО "Ставролен" (Буденновск, Ставропольский край, РФ).....	44
II.4.4. ОАО "Салаватнефтеоргсинтез" (Республика Башкортостан, РФ)	48
II.4.5. ОАО "Сибур-Нефтехим" (Кстово, Нижегородская обл., РФ).....	54
II.4.6. ООО "Томскнефтехим" (Томск, РФ).....	58
II.4.7. ОАО "Ангарский завод полимеров" (Ангарск, Иркутская обл., РФ)...	62
II.4.8. ОАО "Уфаоргсинтез" (Республика Башкортостан, РФ).....	66
II.4.9. ЗАО "Сибур-Химпром" (Пермь, РФ).....	69
II.4.10. ОАО "Карпатнефтехим" (Калуш, Ивано-Франковская обл., Украина).....	72
II.4.11. ОАО "Полимир" (Новополоцк, Витебская обл., Белоруссия)	77
II.4.12. УДП "Шуртанский газохимический комплекс" (пос. Шуртан, Кашкадарьинская обл., Узбекистан)	80
II.4.13. ГК "Азерихимия" (Сумгаит, Азербайджан).....	83
III. Экспорт-импорт этилена в СНГ.....	85
III.1. Объем и основные направления экспортных поставок этилена Украиной в 1999-2007 гг. и 1 п/г 2008 г.	85
III.2. Объемы экспортно-импортных поставок этилена между Белоруссией и Россией в 2003-2007 гг.	86
IV. Обзор цен на этилен в странах СНГ	87
IV.1. Внутренние цены на этилен в России	87
IV.2. Динамика мировых цен на этилен	89
V. Потребление этилена в СНГ	92
V.1. Потребление этилена в России.....	92
V.2. Потребление этилена на Украине	95

V.3. Основные области потребления этилена в России.....	97
V.3.1. Производство полиэтилена	97
V.3.2. Производство окиси этилена.....	103
V.3.3. Производство винилхлорида.....	105
V.3.4. Производство этилбензола	109
V.4. Предприятия-потребители товарного этилена в России	112
V.4.1. ОАО "Саянскхимпласт" (Саянск, Иркутская обл.).....	112
V.4.2. ОАО "Каустик" (Стерлитамак, Респ. Башкортостан).....	116
VI. Прогноз развития рынка этилена в СНГ на период до 2012 г.....	119
Приложение 1. Адресная книга предприятий-производителей этилена в странах СНГ	122
Приложение 2. Адресная книга предприятий-потребителей этилена в РФ	124

СПИСОК ТАБЛИЦ

- Таблица 1. Проектные мощности производителей этилена в СНГ
- Таблица 2. Выход пирогаза в зависимости от состава углеводородного сырья
- Таблица 3. Направления поставок углеводородного сырья для производства этилена
- Таблица 4. Техническая характеристика пропилена (согласно ГОСТ 25070-87)
- Таблица 5. Динамика производства этилена в странах СНГ в 1999-2008 гг., тыс. т
- Таблица 6. Производство этилена в СНГ по предприятиям в 1999-2008 гг., тыс. т
- Таблица 7. Загруженность производственных мощностей по этилену в 2006-2008 гг., %
- Таблица 8. Интенсивность использования производственных мощностей ОАО "Нижнекамскнефтехим" в 2005-2007 гг., %
- Таблица 9. Структура потребления этилена производства ОАО "Нижнекамскнефтехим" в 2006-2008 гг., тыс. т
- Таблица 10. Структура потребления этилена ОАО "Казаньоргсинтез" в 2006-2008 гг., тыс. т
- Таблица 11. Структура потребления этилена ООО "Ставролен" в 2006-2008 гг., тыс. т
- Таблица 12. Структура потребления этилена ОАО "Салаватнефтеоргсинтез" в 2006-2007 гг., тыс. т
- Таблица 13. Структура потребления этилена ОАО "Сибур-Нефтехим" в 2006-2008 гг., тыс. т
- Таблица 14. Производство основных видов продукции ОАО "Ангарский завод полимеров" и загрузка мощностей в 2006-2008 гг.
- Таблица 15. Структура потребления этилена ОАО "Ангарский завод полимеров" в 2006-2008 гг., тыс. т
- Таблица 16. Структура потребления этилена ОАО "Карпатнефтехим" в 2006-2008 гг., тыс. т
- Таблица 17. Страны-импортеры этилена ОАО "Карпатнефтехим" в 1999-2007 гг. и 1 п/г 2008 г., тыс. т
- Таблица 18. Страны-импортеры этилена ОАО "Карпатнефтехим" в 1999-2007 гг. и 1 п/г 2008 г., тыс. т
- Таблица 19. Торговля этиленом между Белоруссией и Россией в 2003-2007 гг., т
- Таблица 20. Внутренние цены российских производителей этилена в 2007-2008 гг., руб./т без НДС
- Таблица 21. Цены экспорта этилена Украиной по странам в 1999-2008 гг., \$/т
- Таблица 22. Структура потребления этилена в России по областям применения в 2005-2008 гг., тыс. т
- Таблица 23. Баланс потребления этилена на Украине в 1999-2007 гг. и 1 п/г 2008 г., тыс. т
-

- Таблица 24. Объемы потребления этилена российскими производителями полиэтилена в 2007-2008 гг., тыс. т
- Таблица 25. Инвестиционные проекты по строительству и расширению действующих мощностей по выпуску полиэтилена в СНГ
- Таблица 26. Инвестиционные проекты по строительству и расширению действующих мощностей по выпуску окиси этилена в РФ
- Таблица 27. Инвестиционные проекты по строительству и расширению действующих мощностей по выпуску винилхлорида из этилена в РФ
- Таблица 28. Инвестиционные проекты по строительству и расширению действующих мощностей по выпуску этилбензола в РФ
- Таблица 29. Инвестиционные проекты по строительству и расширению действующих мощностей по выпуску этилена в СНГ
- Таблица 30. Расчет потребности в этилене потребляющих производств в РФ в 2008 г. и 2012 г.

СПИСОК РИСУНКОВ

- Рисунок 1. Принципиальная технологическая схема пиролиза бензиновых фракций
- Рисунок 2. Схема получения этилена
- Рисунок 3. Схема поставок сырья на российские нефтехимические предприятия
- Рисунок 4. Динамика производства этилена в странах СНГ в 1999-2008 гг., тыс. т
- Рисунок 5. Доля стран-производителей в общем объеме выпуска этилена в СНГ в 1999-2008 гг., %
- Рисунок 6. Динамика производства этилена и его производных в ОАО "Нижнекамскнефтехим" в 1999-2008 гг., тыс. т
- Рисунок 7. Развитие технологической цепочки ОАО "Нижнекамскнефтехим" в 2003-2009 гг.
- Рисунок 8. Динамика производства этилена и его производных в ОАО "Казаньоргсинтез" в 1999-2008 гг., тыс. т
- Рисунок 9. Динамика производства этилена и его производных в ООО "Ставролен" в 1999-2008 гг., тыс. т
- Рисунок 10. Динамика производства этилена и его производных в ОАО "Салаватнефтеоргсинтез" в 1999-2008 гг., тыс. т
- Рисунок 11. Динамика производства этилена и его производных в ОАО "Сибур-Нефтехим" в 1999-2008 гг., тыс. т
- Рисунок 12. Динамика производства этилена и полиэтилена в ООО "Томскнефтехим" в 1999-2008 гг., тыс. т
- Рисунок 13. Динамика производства этилена и полиэтилена в ОАО "Ангарский завод полимеров" в 1999-2008 гг., тыс. т
- Рисунок 14. Динамика производства этилена и полиэтилена в ОАО "Уфаоргсинтез" в 1999-2008 гг., тыс. т

- Рисунок 15. Динамика производства этилена и этилбензола в ЗАО "Сибур-Нефтехим" в 1999-2008 гг., тыс. т
- Рисунок 16. Динамика производства этилена и его производных в ОАО "Карпатнефтехим" в 1999-2008 гг., тыс. т
- Рисунок 17. Схема производства ОАО "Полимир"
- Рисунок 18. Динамика производства этилена и полиэтилена в ОАО "Полимир" в 1999-2008 гг., тыс. т
- Рисунок 19. Динамика производства этилена и полиэтилена на Шуртанском ГХК в 2002-2007 гг. (тыс. т), загруженность мощностей (%)
- Рисунок 20. Динамика производства этилена и полиэтилена в ГК "Азерихимия" в 2002-2008 гг., тыс. т
- Рисунок 21. Динамика средних по России цен на этилен в 1998-2008 гг., руб./т без НДС
- Рисунок 22. Динамика цен на этилен в США, Западной Европе и Азии в 2000-2009 гг., \$/т
- Рисунок 23. Динамика цен на Украине и в мире в 2007-2009 гг., \$/т
- Рисунок 24. Динамика среднегодовых экспортно-импортных цен на этилен в Белоруссии в 2003–2007 гг., \$/т
- Рисунок 25. Изменение структуры потребления этилена в РФ в 2005-2008 гг., %
- Рисунок 26. Структура потребления этилена в России по областям применения в 2008 гг., %
- Рисунок 27. Баланс потребления этилена на Украине в 1999-2008 гг., тыс. т
- Рисунок 28. Производство полиэтилена в России и СНГ в 1999-2008 гг., тыс. т
- Рисунок 29. Производство окиси этилена и этиленгликолей в РФ в 2000-2008 гг., тыс. т
- Рисунок 30. Схема получения винилхлорида из этилена, сбалансированная по хлору
- Рисунок 31. Производство винилхлорида в РФ в 2000-2008 гг., тыс. т
- Рисунок 32. Производство этилбензола в РФ в 1999-2008 гг., тыс. т
- Рисунок 33. Производство винилхлорида и ПВХ в ОАО "Саянскхимпласт" в 2000-2008 гг., тыс. т
- Рисунок 34. Производство основных видов товарной продукции ОАО "Каустик" (Стерлитамак) в 2000-2008 гг., тыс. т
- Рисунок 35. Прогноз развития производства и потребления этилена в России на период до 2012 г., тыс. т

Аннотация

Представленный отчет посвящен обзору рынка этилена в СНГ. Отчет подготовлен на основе изучения и анализа данных Федеральной службы государственной статистики РФ (ФСГС РФ), Федеральной таможенной службы РФ (ФТС РФ), статистики внутренних железнодорожных перевозок РФ, Госкомстата Украины, Государственной таможенной службы Украины, Госкомстата Республики Азербайджан, Госкомстата СНГ, Министерства статистики и анализа Республики Беларусь, а также данных "Инфолайн". Отчет состоит из 6 глав, содержит 125 страниц, в том числе 30 таблиц, 35 рисунков и приложения.

В первой главе отчета приведены сведения о существующих технологиях производства этилена, их особенностях, требуемом для производства сырье, его качестве и поставках производителям.

Вторая глава отчета посвящена анализу производства этилена в СНГ. В этой главе приведены требования существующей нормативно-технической документации к качеству этилена, статистика производства этой продукции в 1999-2008 гг., оценена региональная структура производства, описаны основные производители этилена.

В третьей главе анализируются внешнеторговые операции с этиленом на Украине и в Белоруссии. Приведены данные об объемах экспорта и импорта изучаемой продукции, оценена региональная структура поставок.

В четвертой главе приведены сведения об уровне цен на этилен на внутреннем российском рынке, а также проанализированы данные об изменениях мировых цен на данную продукцию.

В пятой главе отчета приведен баланс производства-потребления этилена в России и на Украине, оценена отраслевая структура потребления изучаемой продукции, проанализированы факторы, обуславливающие спрос на этилен на внутренних рынках, описаны основные отрасли потребления и предприятия-потребители товарного этилена.

Шестая глава отчета посвящена прогнозу развития производства и потребления этилена в СНГ на период до 2012 г. в условиях финансового кризиса.

Введение

Этилен (этен, $\text{CH}_2=\text{CH}_2$) – легкий бесцветный газ со слабым эфирным запахом, переходящий в сжиженное состояние в условиях низкой температуры и высокого давления ($T_{\text{кип.}} = -103,8^\circ\text{C}$, $T_{\text{пл.}} = -169,5^\circ\text{C}$, плотность при 20°C – $1,26 \text{ кг/м}^3$). Поэтому транспортировка жидкого этилена в отечественной индустрии применяется крайне редко из-за высокой стоимости оборудования для сжижения и перевозки. Поставки этилена возможны только между предприятиями, связанными между собой специальными трубопроводами. Именно по этой причине в большинстве случаев производство этилена не является товарным, а ориентировано на внутризаводское потребление.

В настоящее время Россия располагает этиленопроводами общей протяженностью немногим более 1000 км. Они расположены в:

- *Татарстане и Башкортостане (протяженность 780 км):*
маршрут "Салават – Стерлитамак – Уфа – Нижнекамск – Казань";
- *Иркутской области (протяженность 190 км):*
маршрут "Ангарск – Зима";
- *Нижегородской области (протяженность 60 км):*
маршрут "Кстово – Дзержинск".

На трассе трубопроводов располагаются буферные хранилища для этилена. Такие емкости находятся:

- Салават, Республика Башкортостан (30 тыс. т);
- Зима, Иркутская обл. (10 тыс. т);
- Нижнекамск, Республика Татарстан (5 тыс. т);
- Кстово, Нижегородская обл. (5 тыс. т).

Применение этилена обусловлено его химическими свойствами.

По своим химическим свойствам этилен типичный представитель *олефинов*, обладает высокой реакционной способностью, особенно в реакциях электрофильного присоединения.

Этилен является важнейшим сырьем нефтехимической промышленности. Основное направление использования этилена – в качестве мономера для получения *полиэтилена* (наиболее крупнотоннажный полимер в мировом производстве). В зависимости от условий полимеризации получают полиэтилены низкого давления и полиэтилены высокого давления. Практически для получения полиэтилена применяют этилен с чистотой не менее 99,9%. Также этилен применяют для производства ряда сополимеров, в том числе с пропиленом, стиролом, винилацетатом и другими. Олигомеры этилена являются основой ряда синтетических смазочных масел. Так сополимеризацией этилена с пропиленом на катализаторах Циглера-Натты получают *этилен-пропиленовые каучуки*, обладающие повышенной устойчивостью к окислению и истиранию.

При взаимодействии этилена с хлором образуется дихлорэтан, который при дегидрохлорировании превращается в **винилхлорид** (хлористый винил – мономер для получения крупнотоннажного полимера – поливинилхлорида); винилхлорид может быть получен в одну стадию в присутствии силицида кремния при 450-550°C.

Гидратацией этилена получают **этиловый спирт** (синтетический), гидрогалогенированием – **этилхлорид**. В результате окисления этилена кислородом или воздухом в присутствии оксида Ag при 200-300°C образуется **этиленоксид (окись этилена)**; жидкофазное окисление этилена кислородом в водных растворах PdCl₂ и CuCl₂ при 130°C и 0,3 МПа приводит к образованию **ацетальдегида**; в тех же условиях в присутствии CH₃COOH образуется винилацетат.

Этилен – алкилирующий агент, который широко используется для алкилирования бензола (**этилбензол**). Алкилирование проводят в газовой фазе при 400-450°C и давлении 1,4 МПа в присутствии AlCl₃ в стационарном слое катализатора, пропитанного H₃PO₄ (возможно использование BF₃ и цеолитов).

В смеси с кислородом этилен используют в медицине для наркоза. Кроме того, этилен применяют как регулятор роста растений, для ускорения созревания плодов, как дефолиант.

Этилен содержит примеси, которые по влиянию на полимеризацию можно разделить на активные и инертные. Активные примеси могут приводить к сшивке макромолекул полиэтилена (ацетилен), сополимеризоваться с этиленом (пропилен), инициировать полимеризацию (кислород) и обрывать растущую цепь полиэтилена (водород, сероводород). Инертные примеси (пропан и др.) лишь разбавляют этилен. Рециркулирующий (возвратный) этилен может содержать также эфиры и альдегиды, которые, окисляясь, могут вести себя как активные примеси.

Этилен взрывоопасен, КПВ (концентрационный предел воспламенения) 3-34% (по объему), T_{всп.}=136,1°C, T_{самовоспл.}=540°C, ПДК (предельно допустимая концентрация) в атмосферном воздухе – 3 мг/м³, в воздухе рабочей зоны – 100 мг/м³.

I. Технология производства этилена и используемое в промышленности сырье

I.1. Способы производства этилена

Источником *промышленного получения* этилена является **пиролиз** (процесс глубокого расщепления под действием высоких температур) различного углеводородного сырья, например, жидких дистиллятов нефти (низкооктановые фракции прямой перегонки нефти) или низших парафиновых углеводородов (этана, пропана, бутана), содержащихся в попутных газах нефтедобычи.

Реакцию обычно проводят в трубчатых печах – пирозмеевиках при 750-950°C и давлении, близком к атмосферному, 0,3 МПа. В **России**, Западной Европе и Японии сырьем служит, в основном, прямогонный бензин; выход этилена составляет около 30% с одновременным образованием значительного количества жидких продуктов, в том числе ароматических углеводородов. При пиролизе газойля выход этилена – 15-25%. В США основным сырьем пиролиза являются легкие алканы (этан, пропан, бутан), что обусловлено их высоким содержанием в природном газе месторождений Северной Америки; выход этилена в случае пиролиза алканов – около 50%.

В ходе технологического процесса пиролиза в основном протекают следующие реакции:

- дегидрогенизация, характеризующаяся разрывом химической связи С-Н;
- деструкция, характеризующаяся разрывом связи С-С;
- реакции изомеризации;
- реакции типа синтезов – полимеризация, циклизация, реакции конденсации и т. п.

Процессы дегидрогенизации и деструкции являются эндотермическими первичными, а все остальные – экзотермическими вторичными реакциями.

В зависимости от способа подвода тепла в реакционную зону различают следующие методы пиролиза углеводородов для получения этилена:

- в трубчатых печах с наружным огневым обогревом;
- с применением в качестве теплоносителя перегретого водяного пара и дымовых газов;
- в регенеративных печах с неподвижной насадкой;
- в регенеративных печах с движущимся теплоносителем;
- окислительный пиролиз (так называемый автотермический процесс, не требующий подвода тепла извне).

Наиболее распространенным методом получения этилена является пиролиз нефтяного сырья в трубчатых печах (пирозмеевиках). Это объясняется небольшими капитальными затратами на строительство трубчатых пиролизных установок и сравнительной простотой обслуживания.

Печи пиролиза состоят из двух отсеков — радиантной и конвекционной. Именно в радиантной секции находятся трубчатые реакторы пиролиза (пирозмеевики), обогреваемые теплом сгорания топливного газа на горелках этой секции. Следует отметить, что обогреваются пирозмеевики не пламенем горелок, теплом от внутренней кладки радиантной секции печи. В конвекционной части печи происходит предварительный нагрев сырья, водяного пара разбавления до температуры начала пиролиза (600-650°C) конвективным переносом тепла с дымовыми газами из радиантной секции. Для возможности более точной регулировки температуры в обеих секциях на выходе из печи установлен вытяжной вентилятор с заслонкой для регулирования скорости движения дымовых газов. Кроме нагрева сырья и пара разбавления, в конвекционной части происходит нагрев котловой питательной воды, которая используется для охлаждения продуктов пиролиза на выходе из печи — в закалочно-испарительных аппаратах. Полученный насыщенный пар используется для получения пара высокого давления, который в свою очередь используется для вращения паровой турбины компрессора пирогаза. В последних моделях печей пиролиза в конвекционную часть внесли модуль перегрева насыщенного пара до необходимой температуры (550°C). В итоге КПД использования тепла в последних моделях печей пиролиза составляет 91-93%.

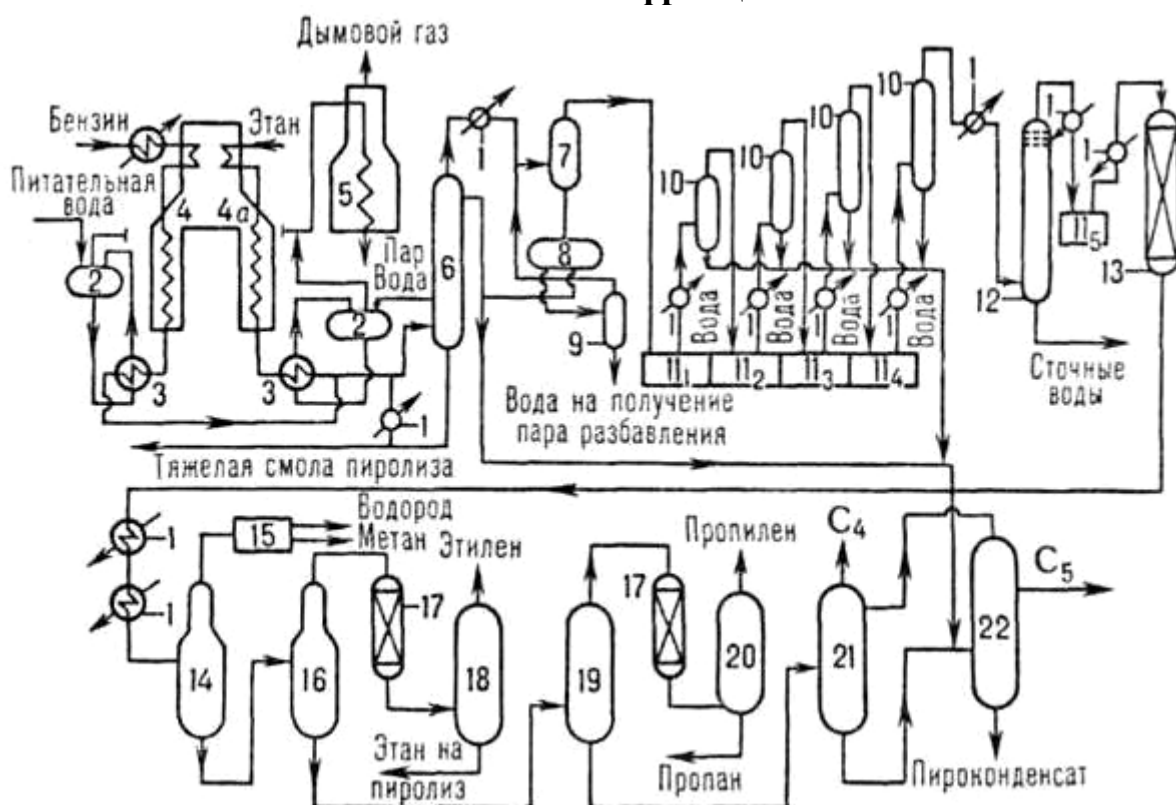
Для предотвращения протекания нежелательных вторичных реакции на выходе из печи устанавливаются закалочно-испарительные аппараты. В трубном пространстве (ЗИА) происходит резкое охлаждение (закалка) продуктов реакции до температур 450-550°C. В межтрубном пространстве происходит испарение котловой воды, которая, как упоминалась выше, используется для получения пара высокого давления.

Современное производство этилена включает следующие узлы: непосредственно сам пиролиз, первичное фракционирование и разделения продуктов пиролиза, компримирование, осушка, глубокое охлаждение пирогаза и газоразделение.

Узел пиролиза состоит из нескольких печей пиролиза. Суммарные годовые мощности по этилену всех печей, без учёта печей находящихся в резерве (на регенерации), определяют мощность всей установки пиролиза (ЭП). На выходе из ЗИА продукты пиролиза проходят вторичную закалку путём прямого впрыскивания смолы пиролиза (так называемое закалочное масло) до температур не выше 200°C.

Узел первичного фракционирования и разделения продуктов пиролиза состоит из систем фракционирующих колонн и отстойников. В результате, продукты пиролиза разделяются на технологическую воду, на тяжёлую смолу (температура начала кипения ~ 200°C), на лёгкую смолу (пиробензин), на предварительно облегченный пирогаз (у/в C₁-C₄ с содержанием у/в C₅-C₈).

Рисунок 1. Принципиальная технологическая схема пиролиза бензиновых фракций



1-теплообменники, 2-паросборник, 3-закально-испарительные аппараты (ЗИА), 4-печи, 4а-печь пиролиза этана, 5-пароперегреватель, 6-колонна фракционирования, 7-сепаратор, 8-отстойник, 9-отпарная колонна, 10-сепараторы, 11-компрессоры 1-5-й ступеней, 12-колонна щелочной очистки, 13-осушители, 14-деметанизатор, 15-блок охлаждения, 16-этан-этиленовая колонна, 17-реакторы гидрирования, 18-деэтанализатор, 19-пропан-пропиленовая колонна, 20-депропанализатор, 21-дебутанизатор, 22-депентанизатор.

Далее легкий пирогаз поступает на узел компримирования, состоящий из многоступенчатого компрессора (4-5 ступеней). Между стадиями компрессии предусмотрены теплообменники и сепараторы для охлаждения компримированного пирогаза и его сепарации с дополнительным выделением влаги и пироконденсата. На этой стадии пирогаз сжимается до давлений 3,7-3,8 МПа для повышения температур кипения разделяемых продуктов. Также между стадиями компримирования предусмотрен узел очистки пирогаза от кислых примесей (CO_2 , H_2S), представляющий собой насадочную колонну, в которой происходит хемосорбция кислых газов раствором NaOH .

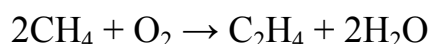
Сжатый пирогаз поступает на узел осушки – в адсорберы с заполненными молекулярными ситами, где происходит полное удаление воды.

На узле глубокого охлаждения пирогаза происходит ступенчатое захлаживание пирогаза до температуры минус 165°C . В таких условиях практически только водород находится в газообразном состоянии. Далее охлажденный пирогаз (в жидком состоянии, без водорода) параллельно и

последовательно проходит через четыре ректификационные колонны, в которых происходит выделение метана, этан-этиленовой (ЭЭФ), пропан-пропиленовой (ППФ), C₄ фракции и пиробензина. ЭЭФ и ППФ далее проходят гидроочистку от ацетиленистых углеводородов (и пропадиена в ППФ) и далее *ректификацией выделяются этилен и пропилен*. Оставшиеся этан и пропан используются как рецикловое пиролизное сырьё. Пиролизная C₄ фракция используется для выделения экстрактивной дистилляции дивинила и бутиленов. Пиролизная смола, полученная на стадии первичного фракционирования, используется для получения технического углерода.

На крупнотоннажных этиленовых установках (от 250 тыс. т/год и выше) лёгкие смолы (пиробензин) обычно перерабатываются с выделением у/в C₅, БТК фракции (ароматические углеводороды C₆-C₈) и фракции C₉. БТК фракция, состоящая на 90% масс из ароматических углеводородов, используется для получения бензола термическим или каталитическим гидродеалкилированием или для выделения бензола, толуола и ксилола экстракцией и экстрактивной дистилляцией. Из у/в C₅ далее получают изопрен, циклопентадиен (дициклопентадиен в товарной форме), пипирилены. Фракция C₉ используется для получения нефтеполимерных смол.

Разработан метод получения этилена из природного газа каталитической окислительной димеризацией метана (ОДМ):



Данный метод является альтернативой традиционному способу получения олефинов пиролизом углеводородного сырья. Процесс проводится в адиабатическом режиме при температуре около 900°C и давлении 0,3-0,6 МПа, окислителем служит технический кислород, катализаторы – оксиды Mn, Tl, Cd или Pb. В зависимости от условий конверсия метана за проход может составлять 20-33 % при селективности по углеводородам C₂ – 55-70%.

Экономическая эффективность процесса ОДМ обусловлена низкой стоимостью природного газа и большим потенциалом по выработке водяного пара с давлением 3-10 МПа. Рентабельность процесса определяется соотношением цен одной тонны этилена и 1000 м³ природного газа, которое должно быть больше 15. Практически метод ОДМ сегодня в промышленности не реализован. Это связано с рядом причин. Наиболее важные из них:

- в процессе реакции образуются продукты (этан, этилен, в малой степени пропан, пропилен), более реакционноспособные, чем исходный продукт метан. Следовательно, необходима разработка способов, предотвращающих последующее глубокое окисление желаемых продуктов реакции.

- кислород газовой фазы гораздо легче реагирует с продуктами реакции, чем с метаном. Необходимы порционная подача кислорода в зону реакции или быстрое удаление продуктов из реактора.
- для приготовления реакционных смесей требуется чистый кислород. Следовательно, значительно повышается себестоимость продукции, так как предполагается наличие криогенных заводов по получению сжиженного кислорода.
- в процессе реакции ОДМ выделяется огромное количество тепла, которое необходимо утилизировать.

Что касается *лабораторного получения* этилена, наиболее чистый этилен получают **дегидратацией** этанола при 400-450°C над Al_2O_3 .

На сегодняшний день в России 10 производителей этилена, которые для его получения используют пиролиз углеводородного сырья (таблица 1).

Таблица 1. Проектные мощности производителей этилена в СНГ

Предприятие	Сырье	Метод получения	М
Всего по РФ			
Суммарная мощность по СНГ			

М- мощность по этилену, тыс. т

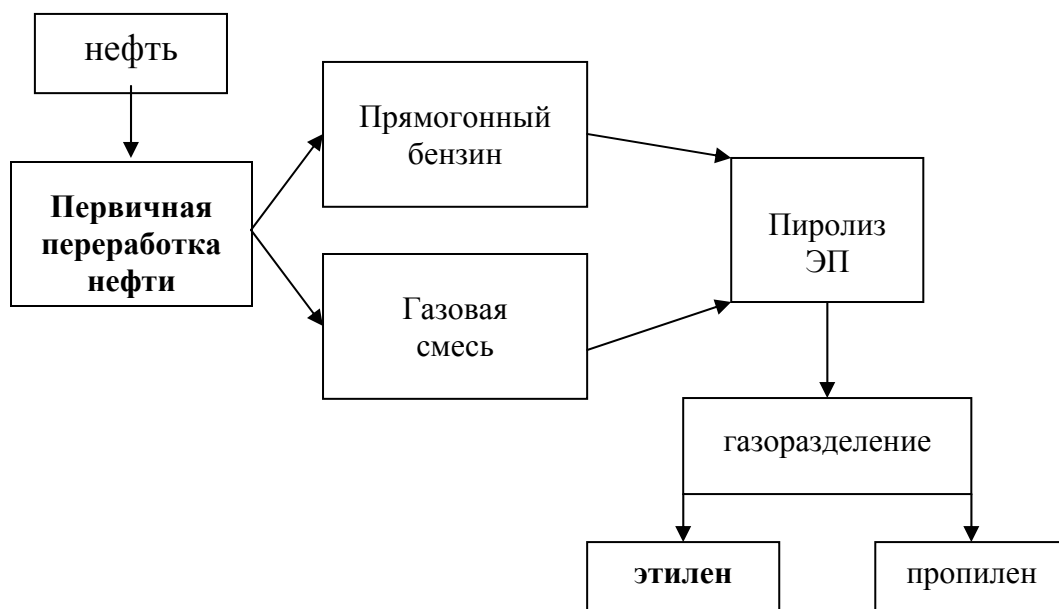
* - двухкамерная печь пиролиза производства Technip (голл.) пущена в марте 2008 г.

** - с 1996 г. установка находится на консервации (без учета отделения по гидрогенизации пироконденсата)

Источник: данные предприятий, оценка "ИнфоМайн"

Общая схема получения этилена путем пиролиза углеводородного сырья представлена на рисунке 2.

Рисунок 2. Схема получения этилена



Источник: данные предприятий, "ИнфоМайн"

Из действующих в России установок пиролиза, вырабатывающих этилен – шесть крупнотоннажных, мощностью 300-600 тыс. т в год этилена. ОАО "Казаньоргсинтез" – единственный в России производитель этилена из этана, который является побочной фракцией при получении товарного и топочного газа.

Кроме России, на территории СНГ существуют мощности по производству этилена в Азербайджане (300 тыс. т/год), на Украине (250 тыс. т/год) и в Белоруссии (150 тыс. т/год). Как и в России, источником получения этилена в этих странах является пиролиз прямогонного бензина. В Узбекистане есть мощности по производству 140 тыс. т этилена в год методом пиролиза продуктов глубокой очистки и разделения природного газа (этана, пропана и т.д.).

Суммарные мощности по выпуску этилена в СНГ оцениваются экспертами "ИнфоМайн" на уровне 3,8 млн т, из них около 3,0 млн т находятся в России.

1.2. Основные виды сырья для получения этилена

Структура сырья для пиролиза характеризуется разнообразием. Основным сырьем процесса пиролиза для получения низших олефинов являются:

- этан, пропан и бутан, содержащиеся в попутных газах нефтедобычи и в нефтезаводских газах;
- газовые бензины;
- низкооктановые бензины прямой перегонки нефти (нафта);
- рафинат каталитического риформинга, остающийся после выделения ароматических углеводородов.

В результате термического разложения этого сырья получают продукты с различными выходами (таблица 2).

Таблица 2. Выход пирогаза в зависимости от состава углеводородного сырья

Углеводородное сырье	Выход, % по массе			
	C ₂ H ₄	C ₃ H ₆	C ₄ H ₈	C ₄ H ₆
Фракция C ₂ -C ₄	51,3	10,8	0,8	5,0
н-парафины C ₈ и выше	47,2	14,0	1,2	4,7
Монометилзамещенные парафины C ₅ и выше	12,5	27,1	11,4	2,0
Диметилзамещенные парафины C ₇ и выше	11,7	26,7	14,6	2,8
Алкилциклопентаны	20,5	11,5	1,9	4,5
Алкилциклогексаны	26,2	6,1	0,4	9,6
Алкилбензолы	4,0	9,2	-	0,3

Источник: научно-техническая литература

При выборе сырья пиролиза учитывают соотношение потребностей в получаемых продуктах, но важнейшим фактором, формирующим сырьевую базу, остается доступность тех или иных фракций переработки нефти и газа. В нефтеперерабатывающей промышленности России преобладал топливно-масляный вариант переработки нефти, при котором фракции прямогонного бензина по балансу нефтепродуктов оказывались в относительном избытке и передавались для производства олефинов. Так в структуре сырья пиролиза 1985 г. в СССР 77% составляли бензины, 16% – сжиженные газы, 7% – этан и сухой газ. По мере роста глубины переработки нефти и увеличения объемов переработки природного и попутного газов повышается доля этана и ШФЛУ (широкой фракции легких углеводородов), используемых при пиролизе. Кроме того, важным сырьевой резерв представляют ресурсы нефтезаводских газов.

В настоящее время из 55 млрд м³ ежегодно извлекаемого попутного нефтяного газа (ПНГ), лишь 26% направляется на переработку, остальное – сжигается. Очевидно, объемы ПНГ, направляемого в газохимическую

отрасль, будут возрастать. Перспективным представляется использование пропан-бутановых фракций, получаемых из ПНГ, в качестве сырья пиролиза.

Главным недостатком переработки ПНГ является трудность его транспортировки с нефтяного месторождения. Если газоперерабатывающий завод находится на расстоянии более 150-200 км от месторождения, транспортировка газа нерентабельна.

В настоящее время в общей структуре сырья на отечественных пиролизных установках преобладает жидкое углеводородное сырье (*прямогонный бензин*), доля которого составляет более 60%.

1.3. Направления поставок сырья

В настоящее время выпуск этилена ведется на 10 предприятиях нефтехимической отрасли России и на 4 предприятиях других стран СНГ. Предприятия, вырабатывающие этилен можно разделить на предприятия, имеющие собственные мощности по нефтепереработке, и те, которые получают углеводородные фракции со стороны. Таким образом, для некоторых производителей исходным сырьем является нефть, но для большинства – продукты ее первичной переработки (таблица 3).

Таблица 3. Направления поставок углеводородного сырья для производства этилена

Получатель	Сырье	Поставщик

Источник: данные предприятий, "ИнфоМайн"