****

|  |
| --- |
| **АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЭТИЛЕНА** |

**Автор проекта:**

**Сейкина Аделина Андреевна**

**Колледж филиала ФГБОУ ВО СамГТУ в г.Сызрани**

**Должность:**

**Преподаватель колледжа**

**2024**

1. аннотация

Представлены сведения об альтернативных технологиях получение этилена, которые могут быть внедрены для малотоннажного производства в промышленных условиях, непосредственно у потребителей сырья, а также о пилотных разработках, имеющих широкие перспективы для дальнейшего внедрения. Приводится некоторые технологические аспекты достижений в области получение этилена из биоэтанола, а также способ окисления дегидрирования этана, различных фирм в области получения этилена из этанола, а также данные о внедрении крупнотоннажных промышленных производств биоэтилена и продуктов на его основе.

Этилен является одним из главных видов нефтехимического сырья, однако в последние годы на мировом нефтехимическом рынке наблюдается быстрый рост объемов потребления этилена, что в сочетании со значительным запаздыванием темпов наращивания его производства приводит к простаиванию важнейших производственных мощностей на нефтехимических и химических предприятиях и, как следствие, к общей напряженности на мировом рынке химических продуктов. Такое положение является следствием множества причин - снижения степени интеграции нефтеперерабатывающей и нефтехимической отраслей; роста топливной доли в переработке нефти; изменения геополитической обстановки в регионах, богатых нефтью и т.д.

1. введение

В последнее время все чаще стал возникать вопрос о малотоннажных установках производства этилена.

Зачастую это связано с потребностью в обеспечении сырьем производств сопоплимеров. Большая удаленность потребителей и производств этилена друг от друга, сложности при транспортировке этилена все чаще заставляют большие компании задумываться об самостоятельных установках получения этилена.

В таких случаях, как правило, рассматривают целесообразность строительства производства этилена путем пиролиза углеводородного сырья. При пиролизе углеводородов, кроме этилена, продуктами термической обработки являются метан, ацетилен, углеводородные фракции С3, С4, С5, С6+ и др. компоненты. Даже при пиролизе этана селективность по основному продукту – этилену, составляет не более 80% при конверсии этана 60-65 %.

Наличие вышеуказанных продуктов требует их дальнейшей переработки, реализации, или утилизации. Выделение этилена полимеризационной чистоты из такой смеси продуктов требует высоких эксплуатационных и капитальных затрат. Для предприятий, нуждающихся исключительно в небольших количествах этилена и не имеющих потребности в побочных продуктах пиролиза.

1. основная часть

**3.1 ТРАДИЦИОННЫЕ СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЭТИЛЕНА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

В настоящее время основным промышленным способом получения этилена является пиролиз, или термический крекинг углеводородного сырья. Для этого чаще всего используется этан, который подвергают нагреванию до 700-900 °C без доступа воздуха. В результате этан распадается с образованием этилена и других побочных продуктов: C2H6 → C2H4 + CH4 + H2 + C2H2 + C3H6 Другим распространенным способом является дегидрирование этана. Этот процесс проводят при 500-600 °C на катализаторе оксида хрома: C2H6 → C2H4 + H2 Кроме того, этилен можно получать путем крекинга более тяжелых углеводородов нефти, таких как пропан, бутан, гексан. Этот процесс также осуществляют при высокой температуре на катализаторах. Еще одним традиционным способом является дегидратация этанола серной кислотой: C2H5OH → C2H4 + H2O

#  Спрос на этилен со стороны производств сополимеров гарантирует переработку этилена в более дорогие продукты. Переработка дешевого сырья в этилен и впоследствии в сополимеры в рамках одного промышленного комплекса позволит достичь наименьших значений себестоимости товарной продукции, и, следовательно, высокой прибыли от ее реализации.



Рис. 1. Способы получения и использования этилена в промышленности

В связи с вышеуказанными причинами все чаще в качестве способов малотоннажного производства этилена рассматриваются альтернативные методы получения этилена. Среди таких методов: выделение этилена из отходящих газов каталитического крекинга (при наличии поблизости НПЗ, эксплуатирующего каталитический крекинг), окислительное дегидрирование этана, окислительная димеризация метана, получение этилена из низших спиртов – этанола и метанола (рис. 1). ООО «ВНИИОС-наука» уже много лет работает в области промышленного производства этилена, пропилена и других продуктов нефтехимии. Компания участвует в модернизациях и разработках технологий различных методов получения этилена: как основного способа получения этилена – пиролиза, так и альтернативных методов получения этилена, в том числе выделение этилена из отходящих газов каталитического крекинга, окислительное дегидрирование этана, окислительная димеризация метана, получение этилена из этанола. По данным процессам имеются патенты и готовые разработки.

**3.2 ЦЕЛИ РАЗРАБОТКИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЭТИЛЕНА**

В последние годы активно исследуются альтернативные способы получения этилена, лишенные недостатков традиционных методов: Окислительное дегидрирование этана - проводят при 350-450 °C в присутствии кислорода на катализаторах. Окислительная димеризация метана - осуществляют при 500-700 °C на катализаторах оксидов металлов. Выделение этилена из отходящих газов крекинга - позволяет использовать побочные продукты в качестве сырья. Дегидратация биоэтанола - перспективное использование возобновляемого растительного сырья. Эти методы позволяют получать этилен с более высокой селективностью и меньшими энергозатратами. Преимущества новых способов Новые способы получения этилена обладают рядом преимуществ по сравнению с традиционными: Высокая селективность по основному продукту. Простота выделения этилена из реакционной смеси. Снижение энергопотребления за счет более низких температур. Возможность использования возобновляемого сырья (биоэтанол). Эти факторы делают новые способы более экономически эффективными и экологичными.

В данной статье более подробно остановимся на двух альтернативных методах получения этилена: окислительном дегидрировании этана и дегидратации биоэтанола. С учетом указанных недостатков пиролиза в условиях низкой производительности, требования к данным альтернативным процессам очевидны:

* достижение приемлемых удельных затрат на производство этилена при условиях низкой производительности (ориентировочно до 30 тыс. т/год по этилену). Также стоит рассматривать альтернативные процессы получения этилена в условиях отсутствия нефтяного сырья, что зачастую актуально для стран Европы, Латинской Америки и Южной Азии. В таких случаях цель ставится таким образом:
* достижение конкурентоспособной себестоимости по сравнению с себестоимостью этилена, получаемого путем пиролиза углеводородного сырья.

**3.3 ОКИСЛИТЕЛЬНОЕ ДЕГИДРИРОВАНИЕ ЭТАНА**

Реакция окислительного дегидрирования этана (ОДЭ) производится по следующей формуле:

C2H6 + 1/2O2 = C2H4 + H2O (1)

В качестве окислителя может применяться как концентрированный кислород, так и кислород в составе воздуха. Последние опыты по окислительному дегидрированию этана показали следующие результаты (в качестве окислителя применялся кислород с концентрацией 99,5 %):

* конверсия этана 74,0 %;
* селективность по этилену 82,0 %.

С использованием полученных данных была разработана схема выделения этилена из контактного газа окислительного дегидрирования этана, основанная на абсорбционном методе извлечении этан-этиленовой фракции. Принципиальная схема получения этилена путем ОДЭ представлена на рис. 2.



*Рис. 2. Технология получения этилена методом ОДЭ*

Схема включает реакционный узел Р-1, узел водной отмывки К-1, стадию предварительного удаления СО2 путем аминовой хемосорбции К-2, компримирования М-1, осушку С-1, колонны абсорбции и десорбции ЭЭФ (соответственно К-3 и К-4), колонну выделения товарного этилена К-5.

Разработанная технология является достаточно гибкой, чтобы проводить окислительное дегидрирование как концентрированным кислородом, так и кислородом воздуха или какой-либо промежуточной смесью воздухкислород. Для любого случая в зависимости от применяемого окислителя в представленной технологии решена проблема образования взрывоопасных смесей кислород-углеводороды-монооксид углерода, что делает технологию простой и безопасной.

Кроме того, гибкость технологии позволяет использовать различные катализаторы окислительного дегидрирования этана, т.е. при появлении новых катализаторов, являющихся по тем или иным характеристикам лучше ныне существующих, их также можно применять в данной технологической схеме.

Благодаря разработанной технологии, а также применению абсорбционной технологии выделения ЭЭФ из контактного газа, исключающей использование хладагентов с температурой ниже минус 37 °С, удалось достичь приемлемых для промышленной установки показателей эксплуатационных параметров. При моделировании технологии были получены следующие результаты:

Расходный коэффициент по сырью, т этана/т этилена 1,29

Расход электроэнергии, МВт⋅ч/т этилена 0,60

Степень извлечения этилена, % 98,5

Моделирование технологии ОДЭ с применением концентрированного кислорода показало значительно более низкие эксплуатационные затраты по сравнению с пиролизом этана (в качестве примера: потребление электроэнергии составляет соответственно 0,6 и 1,0).

Кроме того, технология ОДЭ имеет значительно более простую схему выделения этилена: отсутствуют узлы каталитического удаления ацетилена, низкотемпературного (до минус 100 °С) удаления метана и водорода и другие. В связи с этим данный способ получения этилена претендует на получение высоких результатов при дальнейших более подробных оценках экономической целесообразности реализации данного проекта.

**3.4 ДЕГИДРАТАЦИЯ БИОЭТАНОЛА**

Реакция дегидратации этанола производится по следующей формуле:

C2H5OH = C2H4 + H20 (2)

Последние опыты по окислительному дегидрированию этилена показали следующие результаты:

* выход этилена, близкий к теоретическому, потребление сырья 1,77…1,87 т этанола/т этилена;
* содержание этилена в контактном газе после конденсации основной части реакционной воды 96–97% мас.;
* состав контактного газа позволяет исключить из технологии выделения этилена из реакционных газов дегидратации биоэтанола стадию удаления «легких» компонентов – содержание в смеси реакционных газов метана, СО и водорода не превышает 0,04% мас., что дает возможность получить этилен полимеризационной чистоты без применения упомянутой стадии газоразделения.

Таким образом, была разработана технология выделения этилена из реакционных газов, принципиальная схема технологии представлена на рис. 3.



*Рис. 3. Принципиальная схема технологии выделения этилена из реакционных газов дегидратации биоэтанола*

Схема включает узел конденсации реакционной воды Т-1, предварительную осушку С-1, узел удаления кислородсодержащих примесей А-1, компримирования М-1, колонну выделения товарного этилена К-1 и стадию доочистки этилена от остаточных примесей А-2.

Благодаря высокой селективности процесса, а также отсутствию стадии удаления «легких» компонентов, технология выделения этилена из реакционных газов дегидратации биоэтанола при моделировании показала весьма привлекательные коэффициенты эксплуатационных параметров. Например, потребление электроэнергии составило 0,35 МВт/т. этилена.

Учитывая простоту разделения газов дегидратации биоэтанола, низкий расходный коэффициент по сырью, а также низкие эксплуатационное параметры, можно сделать следующие выводы:

* процесс получения этилена из биоэтанола может быть конкурентоспособным способам получения этилена из нефтяного сырья;
* процесс имеет хорошие перспективы для реализации в странах, где нет прямого доступа к нефтяному сырью и имеется доступное сырье для производства биоэтанола (Украина, страны Южной Азии, страны Южной Америки и др.);
* процесс может быть альтернативой аналогичным, но более энергозатратным технологиям получения этилена из этанола, в странах, где рентабельность получения биоэтилена уже доказана, и подобные процессы реализуются в промышленном масштабе (Бразилия).

В РФ имеется большой потенциал для производства биоэтанола как для нужд нефтехимии, так и для использования в качестве присадок к жидкому топливу, однако из-за акцизной политики государства биоэтанол не может быть реализован как продукт, так как это повлечет за собой высокую себестоимость биоэтанола ввиду попадания под акциз (доля акциза достигает значений до 90 %).

Данный фактор затрудняет возможность использования биоэтанола в качестве сырья для получения этилена, так как требует реализацию такого процесса в рамках предприятия, также производящего биоэтанол, что влечет за собой дополнительные трудности, связанные с различной спецификой аграрных и нефтехимических производств.

**3.5 ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ СПОСОБОВ**

Новые способы получения этилена уже проходят опытно-промышленные испытания и демонстрируют хорошие результаты. В скором времени можно ожидать их внедрения в производство. Это позволит создать гибкие и безопасные технологии получения этилена. Применение инновационных методов даст возможность снизить себестоимость производства этилена за счет меньших энергозатрат и более дешевого сырья. Это приведет к росту рентабельности предприятий нефтехимической отрасли. Новые технологии открывают перспективы для создания компактных, малотоннажных производств этилена. Такие установки могут размещаться непосредственно у потребителей сырья. Это позволит оптимизировать логистику и снизить транспортные расходы. Кроме того, малые производства этилена способны обеспечивать сырьем небольшие предприятия по выпуску полимеров и другой продукции. Применение биоэтанола в качестве сырья для получения этилена открывает путь к использованию возобновляемых источников. Это делает процесс экологичным и не зависящим от исчерпаемых нефтяных ресурсов. Кроме того, производство биоэтанола может стать новой отраслью для сельского хозяйства.

* 1. ТРЕБОВАНИЯ К ИННОВАЦИОННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

Для успешного внедрения новых способов получения этилена необходимо: Разработка эффективных катализаторов процесса. Создание оптимальных технологических схем. Обеспечение надежности и безопасности производства. Подбор оптимальных параметров процесса. Выполнение этих требований позволит быстро масштабировать новые технологии от опытных установок до промышленных мощностей. Достижение приемлемых удельных затрат на производство этилена при условиях низкой производительности (ориентировочно до 30 тыс. т/год по этилену). Также стоит рассматривать альтернативные процессы получения этилена в условиях отсутствия нефтяного сырья, что зачастую актуально для стран Европы, Латинской Америки и Южной Азии. В таких случаях цель ставится таким образом, достижение конкурентоспособной себестоимости по сравнению с себестоимостью этилена, получаемого путем пиролиза углеводородного сырья.

1. заключение, выводы

В последнее время все чаще стал возникать вопрос о малотоннажных установках производства этилена.

Зачастую это связано с потребностью в обеспечении сырьем производств сопоплимеров. Большая удаленность потребителей и производств этилена друг от друга, сложности при транспортировке этилена все чаще заставляют большие компании задумываться об самостоятельных установках получения этилена.

В таких случаях, как правило, рассматривают целесообразность строительства производства этилена путем пиролиза углеводородного сырья. При пиролизе углеводородов, кроме этилена, продуктами термической обработки являются метан, ацетилен, углеводородные фракции С3, С4, С5, С6+ и др. компоненты. Даже при пиролизе этана селективность по основному продукту – этилену, составляет не более 80% при конверсии этана 60-65 %.

Наличие вышеуказанных продуктов требует их дальнейшей переработки, реализации, или утилизации. Выделение этилена полимеризационной чистоты из такой смеси продуктов требует высоких эксплуатационных и капитальных затрат. Для предприятий, нуждающихся исключительно в небольших количествах этилена и не имеющих потребности в побочных продуктах пиролиза (такие как производства полимеров/сополимеров) строительство установки пиролиза углеводородного сырья может быть крайне невыгодно по следующим причинам:

* несмотря на низкую производительность установки, технология выделения этилена из продуктов пиролиза остается по-прежнему сложной, т.е. снижение производительности установки не исключает каких-либо стадий и узлов газоразделения;
* на фоне низкой производительности по целевому продукту и высоких капитальных затрат, обусловленных причинами, указанными в пункте выше, такая установка имела бы высокие удельные капитальные затраты и, как следствие, длительный потенциальный срок окупаемости капиталовложений;
* как уже было указано, даже при пиролизе этана получаются побочные продукты, которые необходимо отделять и впоследствии утилизировать или перерабатывать;
* в результате такой проект имел бы крайне мало шансов на получение инвестиций на реализацию.

Разработанные технологии получения этилена позволяют достичь выгодных эксплуатационных параметров при достаточно простом конструктивном оформлении, являются гибкими и безопасными при эксплуатации. ООО «ВНИИОС-наука» может провести работы как по описанным в статье процессам, так и по другим альтернативным методам получения этилена: выделение этилена из сухого газа, окислительная димеризация метана. Проводится весь цикл работ по разработке и реализации технологии до этапа пуска установки.

1. ссылки

1. Прозорова аспекты пуска и освоения первого производства этилена в ( гг.) / , , // История науки и техники. – 2008. – №12, спецвыпуск №5. – С.72-74.

2. Прозорова строительства и освоение производства этилена-пропилена (ЭП-300) на ПО «Салаватнефтеоргсинтез» / , , //История науки и техники. – 2010. – №6. спецвыпуск №2. - С. 109-113.

3. Прозорова этилен на / , , // Нефтепереработка – 2008. Материалы Международной научно-практической конференции – Уфа, ГУП «Институт нефтехимпереработки РБ», 2008. – С.159.

4. Прозорова строительства производства ЭП-60 на / , , // Актуальные проблемы технических, естественных и гуманитарных наук: Материалы Международной научно-технической конференции. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2008. – Вып. 3. – С. 467-468.

5. Прозорова производства этилена-пропилена ЭП-300 в ПО "Салаватнефтеоргсинтез" в условиях [рыночной экономики](https://pandia.ru/text/category/rinochnaya_yekonomika/) (1990 – 2000) / , , // Современные проблемы истории естествознания в области химии, химической технологии и нефтяного дела: Материалы XI Международной научной конференции. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2010.– с. 115-117.

6. Прозорова производства этилена-пропилена (ЭП-300) в ПО "Салаватнефтеоргсинтез" / , , // Современные проблемы истории естествознания в области химии, химической технологии и нефтяного дела: Материалы XI Международной научной конференции. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2010. – С. 113-114.