

«Engineering and Consulting PFA Alexander Gadetskiy»

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

**MASTER**

Discipline **PROCESS:** hydrogenation of acetone to IPA

Name: [Alexander.gadetskiy@inbox.lv](mailto:Alexander.gadetskiy@inbox.lv)

Sign.

Date: 13.07.2019



**Исходные технологические данные (DBS) для технико-экономической  
оценки производства изопропилового спирта каталитическим  
гидрированием ацетона**



**Содержание.**

1. Техническое задание.....
2. BFD схема для завода по производству ИПС с концентрацией н/м 98% масс. до 99.5% масс. гидрированием ацетона водородом.....
3. Производство товарного изопропанола с концентрацией н/м 98% масс. до 99.5% масс. гидрированием ацетона водородом. BFD схема. Материальный баланс и расходы энергоресурсов.....
4. Производство водорода риформингом метана. Материальный баланс и расходы энергоресурсов .....
5. Условий лицензирования и базового проектирования или выдачи исходных данных при создании технологических реплик.....
6. Капитальные затраты на строительство производства водорода риформингом метана и изопропанола с концентрацией н/м 98% масс. до 99.5% масс. гидрированием ацетона водородом.....
7. Варианты развития завода с использованием ацетона в качестве сырья для производства изопропанола, перекиси водорода, метилизобутилкетона, диацетонового спирта, метилизобутилкарбинола, гексиленгликоля.....
  - 7.1 Вариант 1. //.....
  - 7.2 Вариант 2. //.....
  - 7.3 Вариант 3. Синергия гидрирования ацетона водородом до изопропанола с малотоннажными процессами переработки ацетона до: метилизобутилкетона, диацетонового спирта, метилизобутилкарбинола, гексиленгликоля, как по отдельным продуктам, так в комплексе.....

## 1. Техническое задание

Согласно утвержденному техническому заданию **Приложение 1**   
 //////////////// Производство включает в себя: реакторный блок и сепарацию водорода, компримирование водорода с рециклом в процесс, а также колонны отгонки легких продуктов синтеза и выделения тяжелых продуктов синтеза».

В качестве исходного сырья принимается ацетон //////////////// **Приложением № 2.**

Производство водорода будет организовано на собственной установке риформинга метана. Качество метана определено **Приложением №4.**

При //////////////// **Приложение №3.**

Заказчику было предложено два возможных варианта концептуальных решений ////////////////:

1. Получение изопропанола-сырца ////////////////
2. Получение товарного ИПС ////////////////.

**Отчет предоставляется в электронном виде в формате “PDF” и содержит:**

- BFD схема для завода по производству ИПС ////////////////
- текстовая часть по производству товарного ИПС с концентрацией н/м 98% масс. до 99.5% масс. гидрированием ацетона водородом с пояснениями достаточными для понимания технологического процесса
- текстовую часть по производству водорода риформингом метана с пояснениями достаточными для понимания технологического процесса
- условий лицензирования при создании технологических реплик
- материальный баланс производства водорода риформингом метана
- материальный баланс производства ИПС с концентрацией н/м 98% масс. до 99.5% масс. гидрированием ацетона водородом
- расходы энергоресурсов на производство водорода риформингом метана и ИПС с концентрацией н/м 98% масс. до 99.5% масс. гидрированием ацетона водородом
- капитальные затраты на строительство производства водорода риформингом метана и ИПС с концентрацией н/м 98% масс. до 99.5% масс. гидрированием ацетона водородом

Заказчик понимает, что на данном этапе предпроектной проработки достоверность стоимостного инжиниринга, а именно Оценка строительно – монтажных работ по методике Harpel и Оценка стоимости оборудования с использованием программного продукта //////////////// или аналогов не будет превышать точности 50%.

**2. BFD схема для завода по производству ИПС с концентрацией н/м 98% масс. до 99.5% масс. гидрированием ацетона водородом**

На **Схеме 2.1** показана BFD конфигурация и материальные потоки завода по производству изопропанола гидрированием ацетона водородом.

**Схема 2.1.**

////////////////////////////////////

В **Таблице 2.1** приведены расходные показатели по сырью и образованию побочных продуктов в начале и конце цикла работы катализатора на 1 т ИПС 99.5% масс.

**Таблица 2.1**

Ожидаемые расходы сырья и образование побочных продуктов на 1 т ИПС 99.5% масс			
Наименование	Начало пробега	Конец пробега	Примечание
Ацетон, на 100%			
Водород, на 100%			
Тяжелый кубовый продукт			
Газы C1-C2, H2, N2			
Изопропанол азеотроп			

Качество сырья предполагаемое к переработке и указанное в **Приложениях 2,3,4** соответствует стандартным показателям, а именно:

- для водорода рекомендуется //////////////////////////////////////.
- для ацетона рекомендуется //////////////////////////////////////

Процесс ректификации, который указан на схеме в виде двух блоков «отгонка легких» и «отделение тяжелых» позволяет получать ИПС с чистотой 99.9% масс., при этом другие показатели будут соответствовать:

- температурные пределы перегонки, н/б 1°C (на безводный)
- вода, н/б 0.1% масс.
- карбонильные соединения, н/б 50 ppm
- кислотность, н/б 0.2 мг-экв/г
- щелочность, н/б 0.1 мг-экв/г
- цвет по шкале Pt-Co, н/б 5 APHA

Согласно Технического Задания в **Приложении 1** //////////////////////////////////////

На BFD схеме по мимо основного производства, гидрирование ацетона водородом с получением ИПС 99.5% мас., показано и производство водорода риформингом метана для обеспечения процесса гидрирования вторым сырьевым компонентом.

**3. Производство товарного изопропанола с концентрацией н/м 98% масс. до 99.5% масс. гидрированием ацетона водородом. BFD схема. Материальный баланс и расходы энергоресурсов**

В **Таблице 3.1** приведен материальный баланс на основе ацетона технического согласно **Приложения 2** для производства //0.000 т/год ИПС с концентрацией 99.5% масс., в начале цикла работы катализатора.

Таблица 3.1.

Производство изопропанола (99.5% масс.) гидрированием ацетона водородом. Начало цикла работы катализатора				
Сырье	т/год	кг/ч	%	Примечание
Ацетон технический				
Водород				
<b>ИТОГО</b>				
Продукты переработки				
Изопропанол				
Тяжелый кубовый продукт				
Газы С1-С2, Н2, N2				
Изопропанол азеотроп				
<b>ИТОГО</b>				

В **Таблице 3.2** приведен материальный баланс на основе ацетона технического согласно **Приложения 2** для производства //0.000 т/год ИПС с концентрацией 99.5% масс., в конце цикла работы катализатора.

Таблица 3.2.

Производство изопропанола (99.5% масс.) гидрированием ацетона водородом. Окончание цикла работы катализатора				
Сырье	т/год	кг/ч	%	Примечание
Ацетон технический				
Водород				
<b>ИТОГО</b>				
Продукты переработки				
Изопропанол				
Тяжелый кубовый продукт				
Газы С1-С2, Н2, N2				
Изопропанол азеотроп				
<b>ИТОГО</b>				

Исходя из данных в **Таблицах 3.1** и **3.2** не трудно заметить, // но как будет показано в **Главе 7.3**, кубовые остатки являются ликвидным товарным продуктом.

В **Таблице 3.3** приведены удельные расходы энергоресурсов для производства //0.000 т/год ИПС с концентрацией 99.5% масс.

Таблица 3.3.

Расходы энергоресурсов на производство изопропанола (99.5% масс)			
Энергоресурсы	Ед. изм	Расход	на 1 т ИПС
Электроэнергия	кВт		
Вода оборотная	м3/час		
Природный газ, как топливо	кг/час		
Воздух КиП	нм3/час		
Азот, 6 бар	нм3/час		
Пар водяной, н/б 4.5 - 5 бар	т/час		

В **Таблице 3.4** указаны количества и марки катализаторов (существует и огромное количество аналогов) с указанием промоторов для первоначальной загрузки. Объем загрузки показан с учетом насадки, распределительных колец и шаров и т.д. Срок службы уточняет производитель, но не менее указанного. В любом случае катализатор  
 ///что и будет дополнено в **Главе 5**.

Таблица 3.4.

Расходы катализатора на производство изопропанола (99.5% масс)			
Наименование	Ед. изм	Загрузка	Срок службы, лет
	м3		2.00
	м3		2.00
	м3		2.00
	м3		2.00
	м3		2.00
	м3		2.00

Используя данные из **Таблиц 3.1, 3.2, 3.3, 3.4** и капитальные затраты в **Главе 6** на строительство установки гидрирования ацетона в ИПС, Заказчик легко определит себестоимость получения ИПС 99.5% масс. ///.

**Концептуальное описание процесса.** В реактор гидрирования работающий при температуре ///подаются следующие сырьевые и рецикловые потоки:

- ацетон со склада хранения подается сырьевым насосом с давлением ///бар на смеситель
- свежий водород из буллитов хранения подается компрессором с давлением до ///бар на смеситель
- водород рецикл после сепаратора водорода подается компрессором с давлением /// бар на смеситель
- ИПС сырец 95% масс., как рецикл после сепаратора водорода подается насосом с давлением до /// бар на смеситель (очень ///)

Подача производится через смеситель. Соотношение между ацетоном и свежим водородом настраивается с помощью вычислителя, количество ИПС сырца 95% масс. корректируется с температурой в реакторе, а рецикловый водород подается по балансу.

После смесителя сырье подается на теплообменник – рекуператор,   
 // и водяном холодильнике.

Охлажденная реакционная смесь поступает в //.

Циркуляционный водород контролируется на содержание углеводородов C1-C2 и инертных, при снижении объемной концентрации водорода происходит сбрасывание C1-C2 и инертных в топливную сеть завода.

Подача свежего водорода на смеситель перед реактором гидрирования может   
 //.

Жидкий продукт из сепаратора, ИПС сырец с концентрацией 95% масс., в балансовых количествах подается на ректификацию //.

Блок ректификации состоит из двух колонн:

- колонна стабилизации и отгонки легких с азеотропом ИПС
- колонна товарного ИПС удаление тяжелых с кубовым продуктом

Колонна стабилизации и отгонки легких с азеотропом ИПС работает   
 //.

Пары с верха колонны конденсируются в водяном холодильнике и сливаются в емкость флегмы. Флегмовое число колонны около //

Кубовый продукт колонны ИПС с концентрацией не менее 96% масс. насосом подается в верхнюю часть колонны товарного ИПС.

Колонна товарного ИПС 99.5% масс. и удаление тяжелых с кубовым продуктом работает //

Пары с верха колонны конденсируются на АВО и сливаются в емкость флегмы. Флегмовое число колонны около //

Товарный ИПС 99.5% масс выводится с //. Подача на склад товарного ИПС 99.5% масс. производится насосом через водяной холодильник.

Кубовый продукт содержащий до 50% МИБК выводится на склад насосом через водяной холодильник.

//

#### **4. Производство водорода риформингом метана. Материальный баланс и расходы энергоресурсов**

Потребность в водороде исходя из **Схемы 1** и далее из материального баланса на процесс производства изопропанола гидрированием водорода в **Главе 3**, составляет  
 // **Приложения 4.**

Таблица 4.1.

Материальный баланс процесса производства водорода из природного газа				
Сырье	т/год	кг/ч	% масс.	Примечание
Природный газ на процесс				Приложение 4
Метан				% мол.
Этан				
Пропан				
Бутан				
Пентан				
Гексан				
Гелий				
Диоксид углерода				
Азот				
Кислород				
Водород				
Прочие				
Итого для компонентов				
Деминерализованная вода				
<b>ИТОГО</b>				
Продукты переработки				
Водород на границе установки				н/м 99.0 % мол.
Водород				% мол.
Метан				
Моноксид углерода				
Диоксид углерода				
Азот				
Кислород				
Вода				
Итого для компонентов				
Отдувки после КЦА				Как топливо
<b>ИТОГО</b>				

В **Таблице 4.2** приведен материальный баланс установки водорода  
 //  
**Приложения 4.**

Таблица 4.2.

Материальный баланс процесса производства водорода из природного газа				
Сырье				Примечание
Природный газ на процесс				Приложение 4
Метан				% мол.
Этан				
Пропан				
Бутан				
Пентан				
Гексан				



Гелий				
Диоксид углерода				
Азот				
Кислород				
Водород				
Прочие				
Итого для компонентов				
Деминерализованная вода				
<b>ИТОГО</b>				
Продукты переработки				
Водород на границе установки				н/м 99.0 % мол.
Водород				
Метан				
Моноксид углерода				
Диоксид углерода				
Азот				
Кислород				
Вода				
Итого для компонентов				
Отдувки после КЦА				Как топливо
<b>ИТОГО</b>				

Различия в потреблении сырья объясняются конструктивом основного оборудования – реактора риформинга, конвертора СО, катализаторами // и конечно же сказываются и на стоимости установки водорода.

В **Таблицах 4.1** и **4.2** не указано потребление природного газа, как топлива, так как оно в значительной мере зависит от генерации пара, количество которого Покупатель определяет для себя сам при заказе установки водорода.

Для примера в **Таблицах 4.3** и **4.4** приведены минимальные и максимальные количество водяного пара, которые возможно генерировать при эксплуатации установки водорода с аналогичной мощностью.

Таблица 4.3.

<b>Баланс производства водяного пара на установке водорода (минимальный)</b>				
Сырье	т/год	кг/ч	%	Примечание
Вода деминерализованная (с учетом воды на процесс)				
Пар водяной, н/б 3 бар на деаэратор (периодически)				
Конденсат водяного пара				
<b>ИТОГО</b>				
Продукты переработки				
Пар водяной 244°С, 35 бар				
Пар 244°С, 35 бар				
Пар водяной, н/б 3 бар				
Загрязненный конденсат				
<b>ИТОГО</b>				

Таблица 4.4.

Баланс производства водяного пара на установке водорода (максимальный)				
Сырье	т/год	кг/ч	%	Примечание
Вода деминерализованная (с учетом воды на процесс)				
Пар водяной, н/б 3 бар на деаэратор (периодически)				
Конденсат водяного пара				
<b>ИТОГО</b>				
Продукты переработки				
Пар водяной 244°C, 35 бар				
Пар 244°C, 35 бар				
Пар водяной, н/б 3 бар				
Загрязненный конденсат				
<b>ИТОГО</b>				

Работа установки водорода с максимальной генерацией водяного пара экономически более выгодна, чем работа с минимальной генерацией, а разница в капитальных затратах является не значительной.

В **Таблице 4.5** приведены удельные расходы энергоресурсов на работу установки водорода для обеспечения выпуска  $100000$  т/год ИПС с концентрацией 99.5% масс. с максимальной генерацией водяного пара.

Таблица 4.5.

Расходы энергоресурсов на производство водорода при максимальной генерации водяного пара (Таблица 4.4)			
деминерализованной Энергоресурсы	Ед. изм	Расход	на 1 т H <sub>2</sub>
Электроэнергия	кВт		
Вода оборотная	м <sup>3</sup> /час		
Природный газ, как топливо	кг/час		
Воздух КиП (с уточнениями по КЦА)	нм <sup>3</sup> /час		
Азот, 6 бар	нм <sup>3</sup> /час		
Пар водяной, н/б 3 бар (периодически)	кг/час		

Расход природного газа и деминерализованной воды **на процесс** указаны в **Таблицах 4.1 и 4.2**, а в **Таблицах 4.3 и 4.4** указано общее потребление деминерализованной воды, как на процесс, так и на генерацию пара. Потребление природного газа, как топлива сбалансировано с использованием низкокалорийных отдувок после КЦА, которые могут быть использованы в качестве топлива для риформинга.

В **Таблице 4.6** указаны количества и марки катализаторов и адсорбентов для первоначальной загрузки (существует огромное количество аналогов). Срок службы уточняет производитель, но не менее указанных. В любом случае катализатор закупается у производителя с гарантиями на его работу, что и будет дополнено в **Главе 5**.

Таблица 4.6.

#### Расходы катализаторов и адсорбентов на производство водорода

Dipl. engineer Alexander Gadetskiy, phone: +40 (748) 148 257; e-mail: alexander.gadetskiy@inbox.lv  
 Certificate of registration on engineering activities and technical consultations № F4/172/17.02.2014  
<https://makston-engineering.ru/>

Наименование	Ед. изм	Загрузка	Срок службы, лет
	м3		4
	м3		4
	м3		6
	м3		4

Используя данные из Таблиц 4.1 или 4.2, 4.4, 4.5, 4.6 и капитальные затраты в Главе 6 на строительство установки водорода Заказчик легко определит себестоимость получения собственного водорода и сравнит с ценой покупки водорода со стороны по трубопроводу.

**Концептуальное описание процесса.**  
 ///////////////////////////////////  
 //////////////////////////////////.

#### **5. Условий лицензирования и базового проектирования или выдачи исходных данных при создании технологических реплик**

Процесс производства ИПС гидрированием ацетона давно и хорошо изучен  
 /////////////////////////////////// таким образом блок гидрирования ацетона всегда можно использо-  
 вать в качестве технологической реплики с российскими правами.

Компания ЗАО "Химтэк Инжиниринг" владеет высокоэффективной технологией гидрирования ацетона в жидкой фазе на никельсодержащем катализаторе <http://him.bobrodobro.ru/1546>

Компания Versalis/Lummus Technology предлагает технологию производства ИПС с содержанием основного вещества не менее 99.9% масс., гидрирование ацетона водородом до ИАС с последующей дистилляцией.

Завод YUKONG LTD. Ulsan располагает построенной в 2007 году мощностью на 50 т.т/год по производству ИПС из ацетона, как альтернатива своим и китайским мощностям получения ИПС из пропан-пропиленовой фракции. Фото //////////////////////////////////

Южнокорейский завод ISU Chemical располагает //////////////////////////////////.

Китайский Taixing Jianye сообщал //////////////////////////////////.

Крупнейший переработчик ацетона ////////////////////////////////// планирует строительство ИПС в комплексе с уже выпускаемыми продуктами: //////////////////////////////////.

Известны заводы ИПС из ацетона в Индонезии, США, Ближнем Востоке.

////////////////////////////////////.

Технологическая реплика процесса подразумевает адаптацию технической документации к условиям страны строительства с использованием новых технологических

*Dipl. engineer Alexander Gadetskiy, phone: +40 (748) 148 257; e-mail: alexander.gadetskiy@inbox.lv  
 Certificate of registration on engineering activities and technical consultations № F4/172/17.02.2014*

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

условий процесса и оборудования. Основой успеха проекта при создании реплик или копий является понимание того, что:

- технологическая реплика всегда оказывается более эффективной, так как учитываются все минусы, которые существовали по процессу и оборудованию
- исходная документация по процессу и оборудованию при составлении нового пакета базового инжиниринга обрабатывается грамотными процесс – инженерами знакомыми знакомы с нюансами процесса.

Следует понимать, что после получения пакета базового инжиниринга Заказчик имеет полное право провести собственное патентование, а при желании и лицензирование процесса.

В качестве реплики для процесса гидрирования ацетона водородом нами были использованы материалы // Заказчика реакторный блок был просимулирован в модели HYSYS, а ректификационный в модели Pro II. Все модели симуляции процессов нами сохранены и могут быть использованы для составления PFD и PID схем, диаграмм материалов, опросных листов на оборудование, уточненного материального и теплового баланса и расхода энергоресурсов, а так же иных материалов которые будут востребованы.

Выполнить симуляцию процесса по реальным технологическим данным не составляет большого труда при наличии определенных знаний и навыков, а так же лицензированных программ симуляции. Гораздо сложнее //

В отношении установки по производству водорода риформингом метана вообще не существует вопроса лицензирования, так как на тендерной основе следует выбрать компанию, ознакомится с ее референц-листом и заключить грамотный договор учитывающий все нюансы и гарантии. И особое внимание обратить на поставки катализатора для риформинга, конверсии CO, гидроочистки ПГ и адсорбентов.

Следует понимать, //.

Лицензирование процесса не следует путать с оборудованием ноу-хау или патентами на оборудование (или катализаторы) это право строго защищается всеми судами мира и нарушать его нельзя. Именно поэтому мы и обращали ваше внимание на катализаторы.

## **6. Капитальные затраты на строительство изопропанола с концентрацией н/м 98% масс. до 99.5% масс. гидрированием ацетона водородом и производства водорода риформингом метана**

В **Таблице 6.1** приведено основное оборудование для производства ИПС 99.5% гидрированием ацетона.

Таблица 6.1.

Основное оборудование производства ИПС 99.5% гидрированием ацетона	
Реакторный блок	Кол-во, шт
	1
	1
	1
	1
	2
	1
	1
	2
	2
	2
	2
Ректификационный блок	
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	1
	2
	2
	2
	2
	2
	2
	2

В **Таблице 6.2** приведено основное оборудование для производства водорода н/м 99.0% мол. риформингом метана

Таблица 6.2.

Основное оборудование производства водорода риформингом метана	
Наименование	Кол-во, шт
Теплообменник-рекуператор ПГ и реакционной смеси	1
Компрессор ПГ	1
Реактор гидроочистки ПГ	1
Адсорбер сероводорода	1
Буферная емкость водорода	1
Буферная емкость ПГ	1
Подогреватель сырья риформинга, в составе реактора	1

Змеевик пароперегревателя, в составе реактора	1
Змеевик парогенератора, в составе реактора	1
Змеевик подогревателя котловой воды, в составе реактора	1
Вытяжной вентилятор и дымовая труба в составе реактора	1
Смеситель пар/природный газ	1
Реактор риформинга метана	1
Сборник парового конденсата парогенератора риформинга	1
Парогенератор риформера, в составе реатора	1
Подогреватель-рекуператор котловой воды	1
Водяной охладитель загрязненного парового конденсата	1
Емкость дегазации загрязненного парового конденсата	1
Высокотемпературный конвертор CO	1
Воздушный охладитель технологического газа	1
Блок КЦА	1
Подогреватель-рекуператор воды для деаэратаора	1
Водяной охладитель технологического газа	1
Блок дозирования химреагентов	1
Насос котловой воды	1
Деаэратор котловой воды	1
Сепаратор парового конденсата риформинга	1
Буферная емкость отдувочного газа	1

Оценка стоимости строительно – монтажных работ по методике Harrel основывается на стоимости основного оборудования, но учитывая, что нынешняя стадия проектных работ является самой начальной и по оборудованию нет расчетных параметров поэтому для производства ИПС 99.5% масс. гидрированием ацетона были приняты допущения:

- расчетная стоимость реактора и колонн была определена исходя из технологических параметров, так как в исходных данных отсутствует вес. Расчет стоимости с использованием технологических параметров более трудоемкий, но так как количество расчетов не велико мы сочли возможным выполнить это опционально и дать оценку  $\pm 50\%$ .

- расчетная стоимость емкостного оборудования всех типов в виду отсутствия веса была определена из габаритных размеров, данный способ менее точный и соответствует  $\pm 50\%$

- расчетная стоимость АВО и кожухотрубчатых теплообменников определена исходя из тепловой мощности, так как поверхность теплообмена отсутствует. Расчет стоимости через тепловую мощность снижает точность, но отвечает оценке  $\pm 30\%$

- расчетная стоимость динамического оборудования определен исходя из технологических параметров – расход и давление нагнетания, точность оценки в этом случае составляет не более  $\pm 30\%$

- все оборудование принималось к изготовлению из «черной» стали, внутренние устройства колонн и реактора, рабочие колеса насосов из нержавеющей стали

- колонное оборудование рассчитывалось на выпуск ИПС 99.5% масс.

Цены приведены к уровню 2018 г. по СЕРСИ и находятся в зависимости от перечисленных характеристик и специфических коэффициентов по каждому типу оборудования.

Для производства водорода риформингом метана мы использовали несколько коммерческих предложений 2017 – 2019 годов для комплектных установок близкой мощности (**с выделенной стоимостью основного оборудования и материалов**) предлагаемых в Российскую Федерацию, т.е оценка в границах установки уверенно составляет не более  $\pm 30\%$ .

При оценке по методике Harrel используется ряд положений стоимостного инжиниринга:

- оценка стоимости полевого КиП производится в % от стоимости основного оборудования. Коэффициент (%) меняется в зависимости от сложности технологической установки

- оценка стоимости монтажа емкостей, колонн, теплообменников, динамического оборудования и т.д производится в % от стоимости этого оборудования. Коэффициент (%) меняется в зависимости от сложности монтажа

- оценка стоимости монтажа специального оборудования (печи, электродегидраторы, закрытый факел и т.д) производится в % от стоимости этого оборудования

- оценка стоимости строительных работ, механомонтажных работ, электромонтажных работ и монтажа КиП, а так же специальных работ (изоляция, химзащита, и т.д) производится как по материалам, так и по работам в % от стоимости основного оборудования. Коэффициент (%) меняется в зависимости от типов технологической установки

Существует ряд ограничений, а именно:

- здания всех типов не учитываются в расчетах
- оборудование ТП и РП, а также DCS не учитывается в расчетах
- эстакады слива и налива не учитываются в расчетах
- ж/д пути не учитываются в расчетах

Указанные ограничения не влияют на точность расчетов СМР **в границах технологических установок.**

В **Таблице 6.3** произведена оценка стоимости производства ИПС 99.5% гидрированием ацетона в границах установки на основе данных по оборудованию перечисленному в **Таблице 6.1**.

**Таблица 6.3**

Наименование статей затрат	Производство ИПС 99.5% масс. гидрированием ацетона		
	%	\$	Примечание
Стоимость основного оборудования			
Стоимость оборудования КиП			
Монтаж основного оборудования			
Строительство и монтаж специального оборудования			
Фундаменты, площадки, сооружения, конструкции			
Трубопроводы (материалы и монтаж)			
Запорная арматура (материалы и монтаж)			
КиП (материалы и монтаж)			
Электричество (материалы и монтаж)			
Изоляция, химзащита, огнезащита, покраска (с материалами)			
Благоустройство, дороги			
<b>Общая монтажная стоимость</b>			

Оценка монтажной стоимости производство ИПС 99.5% масс. гидрированием ацетона произведена в границах установки без учета складов хранения и подводящих коммуникаций.

В **Таблице 6.4** произведена оценка стоимости производства водорода риформингом метана в границах установки на основе данных по оборудованию перечисленному в **Таблице 6.2**.

Таблица 6.4

Наименование статей затрат	Производство водорода риформингом метана		
	%	\$	Примечание
Стоимость основного оборудования			
Стоимость оборудования КиП			
Монтаж основного оборудования			
Строительство и монтаж специального оборудования			
Фундаменты, площадки, сооружения, конструкции			
Трубопроводы (материалы и монтаж)			
Запорная арматура (материалы и монтаж)			
КиП (материалы и монтаж)			
Электричество (материалы и монтаж)			
Изоляция, химзащита, огнезащита, покраска (с материалами)			
Благоустройство, дороги			
<b>Общая монтажная стоимость</b>			
<b>Планируемая стоимость</b>			



Оценка монтажной стоимости производство водорода риформингом метана произведена в границах установки без подводящих коммуникаций. Следует обратить внимание на цифры **выделенные серым фоном**, так как они исключаются из расчета полностью, а «Изоляция, химзащита, огнезащита, покраска (с материалами)» исключена на половину. Делается это по простой причине, так как при комплектной поставке все материалы уже включены в стоимость основного оборудования.

Таким образом, стоимость установки водорода риформингом метана в границах установки на мощность 2500 т/год или 3472.3 нм3/час *////////////////////*.

В **Таблице 6.5** приведена оценка инвестиционных затрат по производству водорода риформингом метана и изопропанола гидрированием ацетона.

**Таблице 6.5**

Оценка инвестиционных затрат, долл			
Наименование	Производство водорода	Производство ИПС 99.5% масс	Примечание
Приобретение земельного участка			Заказчик
Внешние сети			Заказчик
Внутренние подземные сети			Заказчик
Лицензия			Не требуются
Базовое проектирование			Сокращенный вариант, но достаточный для стадии "П"
Стадия "П", Проект			Ориентировочно
Стадия "Р", Проект			
Закупка оборудования			
Строительство и Монтаж			
Транспортировка			Китай
Организация строительства			Ориентировочно
Расходы на финансовые операции			Заказчик
Налоги и сборы			Заказчик
Страхование			Заказчик
Таможенное оформление			Включено в транспортировку
Экстремальная ситуация			
Запчасти			
Ввод в эксплуатацию и обучение			Ориентировочно без учета материалов на ПНР и заполнения системы
Управление проектированием и строительством			Ориентировочно принято <i>////////////////////</i> от СМР и проектирования
<b>Итого</b>			

**Выводы:** Согласно Технического задания выполнены достаточные для данного этапа:

Dipl. engineer Alexander Gadetskiy, phone: +40 (748) 148 257; e-mail: alexander.gadetskiy@inbox.lv  
 Certificate of registration on engineering activities and technical consultations № F4/172/17.02.2014  
<https://makston-engineering.ru/>

- материальные балансы процессов гидрирования ацетона с получением ИПС и риформинга метана с получением водорода

- расходы энергоресурсов, катализаторов и адсорбентов.

Предоставленные материалы позволяют провести оценку себестоимости получаемого ИПС 99.5% масс. и водорода.

Проведена оценка капитальных затрат на строительство указанных производств на основе стоимости оборудования, что позволяет произвести расчет срока окупаемости инвестиционных затрат.

При положительных результатах расчетов предлагается следующая последовательность работ:

- возможность //

- достаточность //

- выполнение симуляции процесса получения ИПС 99.5% масс. (или иных концентраций) гидрированием ацетона для составления полного материального баланса и опросных листов на оборудование для его оценки с точностью 20%

- выполнение сокращенных базовых проектов, но достаточных для проектирования стадии «П» и прохождения Главной Государственной Экспертизы (ГГЭ) на процессы получения ИПС 99.5% масс. гидрированием ацетона и водорода риформингом метана

- работа с поставщиками катализатора гидрированием ацетона - выполнение ПД и прохождение ГГЭ

- выполнение проектирования стадии «Р» и сопровождение строительства с гарантиями пуска для производств ИПС 99.5% масс. гидрированием ацетона

После определение //.

## **7. Варианты развития завода с использованием ацетона в качестве сырья для производства изопропанола, перекиси водорода, метилизобутилкетона, диацетонового спирта, метилизобутилкарбинола, гексиленгликоля**

7.1 Вариант 1. //.

//.

7.2 Вариант 2. //.

//.

7.3 Вариант 3. Синергия гидрирования ацетона водородом до ИПС с малотоннажными процессами переработки ацетона до: метилизобутилкетона (МИБК), диацетонового спирта, метилизобутилкарбинола, гексиленгликоля, как по отдельным продуктам, так в комплексе.

Необходимо определить рыночную потребность России по перечисленным продуктам, при этом начав анализ рынка с МИБК, так как этот продукт может быть получен, как побочный продукт, т.е без дополнительных инвестиций.