

«Engineering and Consulting PFA Alexander Gadetskiy»

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

MASTER

Discipline: Toluene diisocyanate, phosgene, phosgene-free technologies, carbonylation of dinitrotoluene, carbonylation of toluene diamine

Name: Alexander.gadetskiy@inbox.lv

Sign.

Date: 25.09.2019

Обновлено: 22.04.2024



Аудит бесфосгеновой технологии производства толуиленидиизоцианата (ТДИ), 150.000 т/год. Базовый проект, расчет процесса и оборудования.



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
Certificate of registration on engineering and technical consultancy activities № J4/918/09.06.2023.
<https://makston-engineering.ru/>

Содержание

1. Введение.....
2. Исходные данные переданные для выполнения технологического аудита.....
3. BFD схема процесса, материальный баланс, краткое описание технологии.....
4. Достаточность и обоснованность опросных листов на оборудование. Ценовые характеристики
5. Достаточность баланса энергоресурсов для обоснованности конфигурации ОЗХ и очистных сооружений производственных стоков.....
6. Базовое проектирование, создание реплики, лицензионные права
7. Выводы и рекомендации применительно к коммерциализации процесса.....

Полный комплект базового инжиниринга, является достаточно объемным документом <https://makston-engineering.ru/inzhenernyj-servis/post/bazovye-proekty-varianty>

Для аудита технологического процесса исходных данных представленных в этом разделе более чем достаточно, обычно используется не более половины <https://makston-engineering.ru/inzhenernyj-servis/post/bazovye-proekty-varianty#variant3>

Аудиты технологического процесса имеют два перпендикулярных направления:

1. Стандартное сравнение давно и хорошо изученных процессов по ряду показателей между собой <https://makston-engineering.ru/inzhenernyj-servis/post/tehnologicheskij-audit-proektnyh-reshenij-1>

- расходы сырье, катализаторов, химикатов
- расходы энергоресурсов
- удобство технологического обслуживания и технологический сервис
- регулирование процесса
- аппаратурное оформление процесса
- удельные затраты на строительство.

Перечень можно дополнять, но это не меняет сути, т.к. по процессам известно все. Одним из примеров является сравнение между собой 7 (семи) технологий промышленного получения диметилкарбоната <https://makston-engineering.ru/bazovyy-proyekt-no4-new>

2. Определение возможности коммерциализации процессов, имеющих принципиально иную технологическую конфигурацию, использующих каталитические системы отличные от применяемых ранее, имеющих принципиально иное аппаратурное оформление и. т.д. Примером является нынешний отчет по аудиту.

1. Введение

Технология синтеза толуилндиизоцианата (ТДИ) в классическом варианте заключается в нитровании толуола до динитротолуола, который гидрируют на никелевом скелетном катализаторе до толуолдиамина, далее фосгенируют в жидкой фазе с получением толуилндиизоцианата.

Возможно фосгенирование толуолдиамина в газовой фазе, что сокращает расходы растворителя и энергоресурсов почти в два раза относительно жидкофазного, а также сокращаются и затраты на строительство. В отличии от жидкофазного, которое давно и хорошо известно, газофазный процесс лицензируется.

Бесфосгеновое получение ТДИ основывается на жидкофазном карбонилировании:

- динитротолуола в дихлорбензоле, как растворителе
- толуолдиамин в 2,2,2-трифторэтаноле, как растворителе

Независимо от способа получения реакционная смесь после ректификации может быть представлена в виде товарных продуктов, как:

- чистый 2.4-ТДИ (ТДИ 100)
- смесь изомеров: 80% 2.4- ТДИ и 20% 2.6-ТДИ (ТДИ 80 или ТДИ 80/20)
- смесь изомеров: 65% 2.4-ТДИ и 35% 2.6-ТДИ (ТДИ 65 или ТДИ 65/35)
- чистый 2,6-ТДИ
- модифицированный ТДИ (с использованием соответствующих модификаторов)

Использование в качестве сырья толуолдиамин позволяет сократить стадии процесса, следовательно, и объем инвестиций.

2. Исходные технологические данные переданные для выполнения аудита

Исходные данные на процесс жидкофазного карбонилирования толуолдиамин с получением чистого 2.4-ТДИ (ТДИ 100), предоставлены в общем объеме текстового и табличного материала – **546 листов.**

3. BFD схема процесса, материальный баланс и краткое описание технологии

На схеме не показано:

- очистка эмиссий, в том числе и сжигание
- регенерация растворителя
- очистка сточных вод процесса
- фракционирования ТДИ по изомерам
- приготовление, очистка и нейтрализация промотора
- производство монооксида углерода и кислорода

Схема 1.



Таблица 1.

Материальный баланс производства ТДИ жидкофазным окислительным карбонилированием				
Сырьё	% масс	т/год	кг/час	
Толуолдиамин, н/м 99% масс	57.84%	100,665.83	12,583.23	
Кислород	15.49%	26,964.97	3,370.62	
Моноксид углерода	26.47%	46,073.12	5,759.14	
2,2,2-трифторэтанол	0.20%	343.22	42.90	
Итого	100.00%	174,047.15	21,755.89	
Продукты переработки	% масс	т/год	кг/час	
Толуилендиизоцианат (ТДИ), н/м 99.7% масс.	82.04%	142,786.12	17,848.26	На четкое фракционирование
Вода на очистку	17.02%	29,615.69	3,701.96	На очистку стоков
Эмиссии	0.47%	815.69	101.96	На сжигание
Тяжелые остатки	0.48%	829.44	103.68	На сжигание
Итого	100.00%	174,046.93	21,755.87	

Реакторный блок окислительного карбонилирования толуолдиамина с использованием стационарного слоя металлоорганического катализатора на алюмосиликатном носителе предполагает работу в двух режимах:

- реактора RE-100 и RE101 работают параллельно
- реактор RE-100 работает, как основной, а RE-101 как дорабатывающий

На BFD схеме показан второй вариант работы, **который был определен Техническим заданием, как предмет аудита технологии.**

При работе параллельно, температура в реакторах 135-145°C при давлении 42-47 бар Работа по второму варианту ведется при температуре в реакторе RE-101 125-135°C и

давлении до 40 бар. Реакция протекает в присутствии растворителя 2,2,2-трифторэтанола и промотора – иодида натрия.

Реакционная смесь проходит многоступенчатую рекуперацию тепла и сепарацию после чего жидкие продукты подаются на колонну С-100, а паровая фаза направляется:

- в реактора RE-100 и RE101 в равных соотношениях при работе параллельно
- только в реактор RE-101 при режиме, как дорабатывающего, Схема 1

Колонна С-100 работает под давлением 1.3-1.5 бар при температуре верха/куба 55°С/240°С. Верхний продукт колонны, состоящий из ТДИ (около 40%), растворителя (около 60%) и воды подается насосом на колонну С-101. Кубовый продукт состоящий из карбаматов (около 75%) и толуолдиамина (около 25%) подается в качестве рецикла на реактор RE-100 и в очень небольшой доле на реактор RE-101. В кубе колоны С-100 производится полное извлечение промотора и возвращение в процесс. Предусматривается периодический отбор части кубового продукта на склад тяжелых остатков, по результатам текущих анализов.

Колонна С-101 работает под давлением 1.6-1.9 бар при температуре верха/куба 35°С/95°С. Верхний продукт колонны, состоящий из растворителя (около 90%) подается в качестве рецикла на реактора RE-100 и RE-101 в расчетных количествах. Кубовый продукт состоящий из ТДИ (около 80%) и воды (около 20%) подается насосом на колонну С102.

Колонна С-102 работает под давлением 0.5-0.7 бар при температуре верха/куба 40°С/180°С. Верхний продукт колонны, состоящий из воды после конденсации и охлаждения подается на очистные сооружения. Кубовый продукт состоящий из ТДИ с чистотой, н/м 99.7% масс, подается на склад, как ТДИ – сырец и далее на четкую ректификацию с выпуском продуктов, указанных в **Главе 1**.

4. Достаточность и обоснованность опросных листов на оборудование. Ценовые характеристики

В **Таблице 2** приведено основное оборудование процесса, 59 единиц. Материал изготовления и основные рабочие параметры приведены в технологических опросных листах. Представленных данных достаточно для выдачи заказов заводам изготовителям и определения стоимости с точностью не выше 30% по программам стоимостного инжиниринга.

Таблица 2.

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

- блок ректификации рассчитан по каждой колонне не только на теоретическое число тарелок, но и подтвержден расчетами Koch-Glitsch с практическими тарелками и расстояниями между ними

- кинетическая модель процесса была запатентована и дополнена разработками авторов, а именно:

* определено соотношение сырья и катализатора

* определена масса катализатора

* определены кинетические параметры в интервале температур от 120 до 180°C и давлений от 35 до 50 бар. Выбраны оптимальные параметры.

* определена и графически представлена конверсия толуолдиамина

7. Выводы и рекомендации применительно к коммерциализации процесса

7.1 Представленные материалы являются наиболее полными из всех известных дизайн-проектов по бесфосгеновому производству ТДИ.

7.2 Выполнение базового проекта является необходимым и обязательным условием.

7.3 Использование в качестве растворителя 2,2,2-трифторэтанола является узким местом этого процесса, так как его выпуск очень ограничен.

7.4 Использование в качестве промотора иодида натрия требует применения коррозионно стойких сталей и сплавов

7.5 Использование реакторных блоков окислительного карбонилирования толуолдиамина с давлениями до 50 бар проигрывает классическим реакторным блокам фосгенирования, как по стоимости оборудования, так и по операционным затратам

7.6 Выполнение технико-экономические расчеты являются достаточно полными и требуют уточнения только применительно к стране строительства.

7.7 Лицензирование процесса возможно, но не существует общей практики по лицензированию процессов получения ТДИ карбонилированием, так как используемые методы хорошо известны и проработаны.

Особые условия применительно к разработчику технологии

7.8 //

7.9 //

7.10 //

Вывод. Коммерческое использование процесса, а также его масштабирование вполне допустимо и реализуемо в странах где запрещено использование фосгена и процесса фосгенирования во всех видах.