

«Engineering and Consulting PFA Alexander Gadetskiy»

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

MASTER

Discipline: Biochemical and Biomolecular Engineering | Chemical Engineering | Engineering

Name: Alexander.gadetskiy@inbox.lv

Sign.

Date: 15.01.2020



Аудит биотехнологий: производство из мелассы сахарного тростника: 1.4-бутандиола, акриловой и метакриловой кислот, метилэтилкетона, смеси ксилолов.



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/>

Содержание

1. Введение.....
2. Исходные технологические данные переданные для выполнения аудита.....
3. BFD схема процесса, материальный баланс, краткое описание технологии.....
4. Достаточность и обоснованность опросных листов на оборудование. Ценовые характеристики
5. Адаптация технологической модели к производственному процессу.....
6. Базовое проектирование, создание реплики, лицензионные права
7. Выводы и рекомендации применительно к коммерциализации процесса.....

Приложения

Приложение 1. Симуляция процессов выполненная в Aspen Plus.

Приложение 1А. Производства 1.4-бутандиола из мелассы сахарного тростника

Приложение 1В. Производства смеси ксилолов из мелассы сахарного тростника

Приложение 1С. Производства метакриловой кислоты и метилэтилкетона из мелассы сахарного тростника

Приложение 1D. Производства акриловой кислоты из мелассы сахарного тростника

Приложение 2. PFD схемы к процессам

Приложение 3. Характеристика сырья, полуфабрикатов и готовой продукции

Приложение 4. Опросные листы на оборудования и описание оборудования

Приложение 5. Оценка затрат и сроков окупаемости.

1. Введение

Выполненный аудит ни в коей мере не относился к биохимической части процессов, что и было определено техническим заданием. Материалы переданные на аудит представляют четыре не зависимых между собой технологии:

- производство 1.4-бутандиола (БДО) из мелассы сахарного тростника путем бактериальной ферментации на мощность 25.000 т/год по готовому продукту и выделением БДО классическими методами химической технологии

- производство смеси ксилолов из мелассы сахарного тростника на мощность 150.000 т/год по смеси ксилолов

- производство метакриловой кислоты (МКА) и метилэтикетона (МЭК) из мелассы сахарного тростника путем бактериальной ферментации на мощность 3.000 т/год по каждому продукту и выделением МКА и МЭК классическими методами химической технологии

- производство акриловой кислоты (АА) из мелассы сахарного тростника путем бактериальной ферментации на мощность 120.000 т/год по готовому продукту и выделением АА классическими методами химической технологии.

Основной задачей аудита являлась оценка применимости и достаточности классических технологий для выделения конечных продуктов из полуфабрикатов полученных биохимическими способами.

Технологические данные переданные на аудит для перечисленных установок являются полными комплектами материалов дизайн-проектов с указанием региона – Бразилия.

2. Исходные технологические данные переданные для выполнения аудита

Исходные данные приведены в **Приложениях 1-4**. Общий объем текстового материала составил:

Для производства 1.4-бутандиола (БДО) из мелассы сахарного тростника

- Симуляция представлена в Aspen Plus – 34 листа
- PFD схемы, описание процесса и материальный баланс – 26 листов
- Характеристика сырья, полуфабрикатов и готовой продукции – 5 листов
- Опросные листы на оборудования и описание оборудования – 32 листа
- Оценка затрат и сроков окупаемости – 15 листов

Для производства смеси ксилолов из мелассы сахарного тростника

- Симуляция представлена в Aspen Plus – 22 листа
- PFD схемы, описание процесса и материальный баланс – 47 листов

*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/>

- Характеристика сырья, полуфабрикатов и готовой продукции – 12 листов
- Опросные листы на оборудования и описание оборудования – 80 листов
- Оценка затрат и сроков окупаемости – 8 листов

Для производства метакриловой кислоты и метилэтилкетона из мелассы сахарного тростника

- Симуляция представлена в Aspen Plus – 10 листов
- PFD схемы, описание процесса и материальный баланс – 25 листов
- Характеристика сырья, полуфабрикатов и готовой продукции – 18 листов
- Опросные листы на оборудования и описание оборудования – 43 листа
- Оценка затрат и сроков окупаемости – 5 листов

Для производства акриловой кислоты из мелассы сахарного тростника

- Симуляция представлена в Aspen Plus – 43 листа
- PFD схемы, описание процесса и материальный баланс – 35 листов
- Характеристика сырья, полуфабрикатов и готовой продукции – 5 листов
- Опросные листы на оборудования и описание оборудования – 70 листов
- Оценка затрат и сроков окупаемости – 15 листов

3. BFD схема процессов, материальные балансы и краткие описания технологий

Все стадии процесса производства 1.4-бутандиола (БДО) принципиально отражены на **Схеме 1.**

Схема 1.

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

Материальный баланс процесса производства 1.4-бутандиола (БДО) представлен в **Таблице 1.**

Таблица 1.

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

Все стадии процесса производства смеси ксилолов принципиально отражены на **Схеме 2.**

Схема 2.

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

Материальный баланс процесса производства смеси ксилолов представлен в **Таблице 2.**

Таблица 2.

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

Все стадии процесса производства метакриловой кислоты и метилэтилкетона принципиально отражены на **Схеме 3.**

Схема 3.

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

Материальный баланс процесса производства метакриловой кислоты и метилэтилкетона представлен в **Таблице 3.**

Таблица 3.

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

Все стадии процесса производства акриловой кислоты принципиально отражены на **Схеме 4.**

Схема 4.

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

Материальный баланс процесса производства акриловой кислоты представлен в **Таблице 4.**

Таблица 4.

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

1А. Производство 1.4-бутандиола.

Генетически модифицированный штамм разработан и запатентован компанией *////////////////////////////////////*. Inc. метаболизирует мелассу в двух ферментаторах объемом по 18.5 м3 каждый. Технология производства позволяет получить экологически чистый БДО за меньшее число шагов, чем при традиционных нефтехимических схемах.

Замена штамма в ферментаторах производится один раз в месяц. Продукты из ферментаторов центрифугируются и жидкая составляющая отправляется в колонну вакуумной дистилляции и далее в колонну экстрактивной дистилляции. В качестве экстрагирующего агента используется олеиновая кислота, которая добавляется до вакуумной колонны. БДО с верха колонны через систему сепараторов, где происходит отделение CO₂ отправляется на склад.

Кубовым продуктом для обеих колонн является олеиновая кислота и «винный остаток» (не прореагировавшее сырье и частично ферментированное по иному пути), которые разделяются в декантерах по разделу фаз. Олеиновая кислота возвращается в процесс, как экстрагент, а «винный остаток» передается поставщику мелассы.

1В. Производства смеси ксилолов с выделением п-ксилола.

Биохимическая часть процесса состоит из следующих стадий:

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/>

- меласса после химического осветления и удаления механических примесей имеет состав водного раствора сахарозы

- сахароза гидролизуется на цеолитном катализаторе с образованием глюкозы и фруктозы

- глюкоза и фруктоза гидрируются водородом на рутенийорганическом катализаторе с образованием сорбита

- сорбит в процессе «водного риформинга» в присутствии водорода и Rh-Re-Ce катализатора освобождается от примесей

- очищенный сорбит «конденсируется, ароматизируется» в присутствии цеолитного катализатора промотированного галлием с образованием смеси ксилолов и не очень больших количеств толуола, этилбензола, ароматических углеводородов C9+

Увеличение доли п-ксилола за счет превращений орто и мета-ксилолов, а так же толуола и этилбензола, производится по классической нефтехимической схеме. В данном случае по схеме ГТС с участием процессов трансалкилирования, изомеризации и выделением п-ксилола кристаллизацией.

1С. Производства метакриловой кислоты и метилэтилкетона.

Генетически модифицированный штамм разработан и запатентован компанией ///. Inc. метаболизирует мелассу в трех ферментаторах объемом по 2.5 м3 каждый установленных последовательно. Производство представляет собой пилотную установку работающую в периодическом режиме с мощностью до 3.000 т/год по каждому продукту.

Процесс ферментации занимает около 6.5 часов в первом ферментаторе, до 5.5 часов во втором и в третьем по показателям первых двух, как правило не более 3 часов. Замена штамма в ферментаторах производится каждую неделю.

Продукты ферментации перекачиваются на блок химического производства, который начинается с фильтрации и центрифугирования. Фугат отправляется в колонну вакуумной дистилляции.

Кубовым продуктом вакуумной колонны является водный раствор содержащий до 5% метилэтилкетона и до 40% «винного остатка» (не прореагировавшее сырье и частично ферментированное по иному пути), которые передаются поставщику мелассы. Верхний погон вакуумной колонны подается на ректификационную колонну в которой происходит разделение на кубовый продукт – метакриловая кислота с чистотой 99.1% масс. и продукт верха – водный азеотроп метилэтилкетона 88.7% масс.

Азеотроп не разделяется и после прохождения сепараторов отправляется на склад. Приводится указание, что с переходом от пилота к промышленным установкам будет производиться и выделение метилэтилкетона с чистотой до 99.5% масс..

1D. Производства акриловой кислоты.

Биохимическая часть процесса состоит из следующих стадий:

- меласса после химического осветления и удаления механических примесей имеет состав водного раствора сахарозы

- сахароза в процессе гликолиза перерабатывается с образованием глюкозы и фруктозы

- глюкоза и фруктоза модифицируется в 3-гидроксопропионовую кислоту в присутствии молочной кислоты и фермента Acrylyl-CoA. Генетически модифицированный штамм разработан и запатентован компанией ////////////////. Inc. Модификация проводится при обильном барботаже воздуха в ферментаторах

- 3-гидроксопропионовая кислота в процессе дегидратации в присутствии катализатора – фосфорной кислоты превращается в акриловую кислоту

Акриловая кислота – сырец перекачивается на блок химического производства, который начинается с фильтрации и центрифугирования. Фугат отправляется в систему из двух дистилляционных колонн. В первой из них происходит выделение 94% акриловой кислоты и водного раствора фосфорной кислоты, во второй работающей при температуре 290°C и давлении 15 бар боковым погонном выводится акриловая кислота полимерного качества 99.9% масс.

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

В **Таблице 5** приведено основное оборудование для производства 1.4-бутандиола, 32 единицы. Материал изготовления и основные рабочие параметры приведены в технологических опросных листах.

Таблица 5.

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

В **Таблице 5А** представлена оценка стоимости переданного оборудования, что составляет 11.2 млн долл.

Таблица 5А.

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

Биохимическая составляющая процесса не рассматривалась по условиям технического задания. Химический блок технологий, как указано в каждом из дизайн-проектов имеет ряд сложностей при фильтрации и центрифугировании:

- //
- //
- //

В отношении классических технологических стадий не возникало ни каких проблем при симуляции процессов, что является закономерным.

6. Базовое проектирование, создание реплики, лицензионные права

Разработчики технологии в настоящий момент выполнили:

- подбор биохимической части процесса с патентованными штаммами
- симуляцию химической части процессов на основе классических технологий
- подбор оборудования выполнен на высочайшем уровне, опросные листы отличаются максимально полной информацией

К недостаткам следует отнести, полное отсутствие материалов по очистке стоков и общезаводскому хозяйству.

7. Выводы и рекомендации применительно к коммерциализации процесса

Представленные материалы являются полноценными основами для базового инжиниринга. Экономика процессов во всех случаях показана, как положительная, но мы не можем проверить ее биохимическую составляющую.