

«Engineering and Consulting PFA Alexander Gadetskiy»

**MASTER**

Discipline: PROCESS: Process MDI

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

Sign.

Date: 20.03.2016

**Исходный технологический проект (DBS) на процесс  
МДИ 80 т.т/год. Basic Technological Design (DBS) for MDI pro-  
cess, capacity 80 kta.**



## Содержание

1. Изоцианаты, применение в ПУ системах. Лицензирование и патентование.....
2. Упрощенная (BFD) схема конфигурации процессов завода МДИ.....
3. Описание и материальный баланс процесса МДИ.....
4. Проектная производительность, технические условия на продукцию.....
5. Показатели качества сырья, реагентов, катализаторов.....
6. Операционные затраты на процесс МДИ .....
7. Рабочие условия технологического процесса получения МДИ.....
8. Требования по эксплуатации установки МДИ (только на процесс МДИ).....
9. Генеральный план. Площади застройки с учетом ОЗХ.....
10. Капитальные затраты на строительство установки МДИ 80 т.т/год (только в границах установки МДИ).....
11. Заключение и выводы.....

## Приложения

Приложение 1. Техническое задание Заказчика на исходный технологический проект (DBS) для технологической реплики установки производства МДИ по технологии DOW, завод «EniChem»

Приложение 2. Полные характеристики сырья и готовой продукции установки производства МДИ по технологии DOW, завод «EniChem»

Приложение 3. Перечень документации предоставляемой для создания технологической реплики процесса МДИ по технологии DOW, завод «EniChem»

Приложение 4. Комплект PFD схем для технологической реплики установки производства МДИ по технологии DOW, завод «EniChem»

Приложение 5 Генеральный план установки по технологическим секциям

Приложение 6. Упрощенный расчет срока окупаемости установки производства МДИ по технологии DOW, завод «EniChem»

## Сокращения

ТДИ – толуилендиизоцианат и его изомеры.

МДИ – Метилендифенилдиизоцианат, или мономерный (чистый) ММДИ, или pure MDI, MMDI. С% 4,4 – изомера не менее 97,7%

ПИЦ – полиизоцианат, или сырой (полимерный) МДИ (ПМДИ), или crude MDI, PMDI. С% 2,4 и 4,4 – изомеров, не менее 55%, триизоцианатов, не более 25%, полиизоцианатов, не более 20%

РМДА (РМДА) – полиметиленполифениламин

МДА (МДА) – диаминодифенилметан

ГДИ – 1,6-гексаметилендиизоцианат

НДИ – 1,5-нафтилендиизоцианат.

ДАДИ – 3,3'-диметокси-4,4'-бифенилендиизоцианат («дианизидиндиизоцианат»)

ТОДИ – 3,3'-диметил-4,4'-бифенилендиизоцианат («толидиндиизоцианат»).

ФДИ – фенилендиизоцианат и его изомеры

КДИ – 4,4'-бифенилендиизоцианат («ксенилендиизоцианат»)

ПУ – полиуретаны

ТЭП – термоэластопласты

МХБ – монохлорбензол

## 1. Изоцианаты, применение в ПУ системах. Лицензионность и патентование.

Промышленный ряд диизоцианатов, которые используются, как второй компонент для приготовления ПУ систем, в отличии от общепринятой точки зрения, которая ограничивается МДИ и ТДИ, имеет довольно широкую продуктовую линейку – НДИ, ТОДИ, ФДИ, КДИ, ГДИ, ДАДИ расшифровка которых приведена в «Сокращениях». Выбор двух основных типов диизоцианатов: ТДИ и МДИ – обусловлен не только их специфическими свойствами, сколько доступностью сырья и легкостью переработки. Тoluол – дешевый и доступный исходный материал, легко нитруемый и затем восстанавливаемый перед фосгенированием. МДИ синтезируется из легкодоступного сырья, как анилин и формальдегид.

На конференции [http://www.ruscable.ru/news/2016/03/02/Optimizm\\_bez\\_komponenta/](http://www.ruscable.ru/news/2016/03/02/Optimizm_bez_komponenta/) сообщалось о положительной динамике импорта MDI, который достиг в 2015 г. 117 тыс. т +3% к 2014 г. Сегмент TDI из года в год демонстрирует падение, по итогам 2015 г в Россию ввезено 39 тыс. т., это на 7% меньше показателя 2014 г. и на 17% цифры в 2012 г.

В производстве вальцуемых и литьевых полиуретанов возможно использование, как ТДИ, так и МДИ. Свойства конечных продуктов, для данных типов ПУ систем мало различаются между собой.

В производстве термопластичных полиуретанов, МДИ единственный диизоцианат широкого использования. Продукты, получаемые на основе НДИ и ТДИ, гораздо хуже перерабатываются, возможно, это связано с длиной и прочностью поперечных связей. Диизоцианаты из ряда ТОДИ дают хорошее качество конечных продуктов уретановых ТЭП, но в экономическом отношении они не могут соперничать с МДИ, что делает актуальными последние разработки новых направлений синтеза ТОДИ.

К основным недостаткам МДИ относится то, что он является его относительно высокая температура плавления около 39°C и повышенная склонность к димеризации. Но меньшая летучесть МДИ по сравнению с ТДИ позволяет с успехом использовать метод связанный с введением избытка диизоцианата и удлинителя цепи для обеспечения большей твердости. Большое значения имеет чистота МДИ, чем больше примесь 2,4-изомера в основном продукте, который представляет собой 4,4-изомер, тем хуже качество получаемых продуктов. Димеры и остатки хлора, как правило, в виде HCL, также крайне отрицательно влияют на качество.

Более дорогие НДИ, КДИ, ТОДИ применяются в полиуретанах специальных марок, например, КДИ торговая марка (Takenate-500) используется для не желтеющих полиуретановых покрытий, ТОДИ применяются для высококачественных эластомеров специального назначения, которые предназначаются для эксплуатации в жестких условиях, в том

числе и радиационного. Себестоимость НДИ, КДИ, ТОДИ достаточно высока, но в ряде случаев для ПУ на их основе нет альтернативы.

На обложке отчета фотография установка МДИ (правая часть фото) по технологии «Dow» на одном из заводов «EniChem» мощностью 80 т.т/год. Установка была полностью остановлена в 2003 году по причине вступления в силу закона о запрете прямых сбросов в море, а также перевозке жидкого хлора. В 2009 – 2010 годах она была демонтирована. В последующем установка была построена как технологическая реплика или «China sору» после адаптации технической документации к условиям страны строительства с использованием новых технологических условий процесса и оборудования. Основой успеха проекта при создании реплик или копий является понимание того, что:

- технология не копируется, а создается ее новая улучшенная реплика с учетом новых катализаторов и реагентов

- технологическая реплика всегда оказывается более эффективной, так как учитываются все минусы, которые существовали по процессу и оборудованию в их прошлой жизни, кроме того, приобретаемое новое оборудование всегда будет отличаться по своим механическим свойствам в лучшую сторону, хотя бы потому, что за 20 – 25 лет технология его изготовления шагнула вперед

- исходная документация по процессу и оборудованию при составлении нового пакета базового инжиниринга должна быть обработана грамотными процесс – инженерами, которые знакомы с нюансами процесса.

В **Приложении 3** приведен полный перечень исходной документации, которая имеется в нашем распоряжении по процессу МДИ, технология «Dow». Данные материалы могут быть использованы без ограничений в связи с окончанием срока действия патентов, а соответственно и предмета лицензирования для данной конкретной установки.

**Внимание!** Лицензии на процесс МДИ не продаются, именно поэтому наличие документации, а также возможность создания технологической реплики является чрезвычайно актуальной темой для российской промышленности, что и отражено в приказе Минпромторга №197 от 29 января 2016 г.

В отличие от МДИ создание реплик, а в некоторых случаях и покупка полного пакета документации для НДИ, ТОДИ, ФДИ, КДИ, ГДИ, ДАДИ, ТДИ является делом более легко решаемым, а не нужные усложнения обусловлены скорее дилетантизмом, чем реальными трудностями.

Следует понимать, что после получения пакета базового инжиниринга созданного, как реплика, Заказчик имеет полное право провести собственное патентование, а при желании и лицензирование процесса. Существенным аргументом для этого может яв-

латься тот факт, что в СССР существовали собственные технологии производства полимерного МДИ (ПИЦ) на Дзержинском ПО "Корунд" и Днепродзержинском ПО "Азот". Вопрос о разделении изомеров МДИ и дополнительной очистки от соляной кислоты на этих предприятиях был детально проработан с получением коммерческих предложений от ведущих компаний и в частности «Зульцер», но смутное время 90-х нарушило все планы и уничтожило отечественные производства МДИ.

Данный отчет «Исходный технологический проект (DBS) на процесс МДИ 80 т.т/год» является первым шагом на пути копирования технологии МДИ, следующий этап в формате «Концептуальный инжиниринг (ESA).....» будет реализован для всей установки в целом, как это показано в **Главе 3**, с учетом для конкретной площадки. В случае принятия Заказчиком положительного решения на основе материалов DBS и PSA, базовый проект будет выполнен в консорциуме с двумя инжиниринговыми компаниями, российской и европейской в следующем объеме:

## **1 Технологическое Проектирование**

### 1.1 Введение

### **1.2. Основы Проектирования**

#### 1.2.1 Мощность Установки

#### 1.2.2 Схема (BFD) Процесса

#### 1.2.3 Характеристики Сырья

#### 1.2.4 Характеристики Продуктов

#### 1.2.5 Определения Границ Установки и Условия проектирования

#### 1.2.6 Философия Проектирования

#### 1.2.7 Энергоресурсы и Информации для проектирования Факела

#### 1.2.8 Метеорологические данные

#### 1.2.9 Стандарты, Нормы

### **1.3 Данные о Проектировании Процесса**

#### 1.3.1 Описание Процесса

#### 1.3.2 Технологические Поточные Схемы

#### 1.3.3 Материальный Баланс

#### 1.3.4 Энергоресурсы

#### 1.3.5 Качество Продуктов

#### 1.3.6 Химикаты и Катализаторы

#### 1.3.7 Отходы производства

## **2. Технологические Опросные Листы Оборудования**

### 2.1. Перечень Оборудования

- 2.2. Реакторы и Колонны
- 2.3. Емкости
- 2.4. Теплообменники
- 2.5. Насосы и Компрессоры
- 2.6. Прочие

### **3. Измерительные Приборы**

- 3.1 Философия Управления
- 3.2 Описание Блокировок и Сигнализаций. Схема срабатывания ПАЗ
- 3.3 Опросные Листы Измерительных Приборов
- 3.4 Спецификации ППК

### **4. Чертежи**

- 4.1 Схемы (PFD) Технологических Поточков и Материальный Баланс
- 4.2 Диаграммы Материалов Изготовления
- 4.3 Диаграммы – Расчетное Давление и Расчетная Температура
- 4.4 Схемы (P&D) Трубопроводов и КИП
- 4.5 Предварительный План и разрезы Расположения Оборудования

### **5. Заметки Проектирования**

- 5.1 Общие Требования к Проектированию
- 5.2 Специфические Требования к Проектированию и Рекомендации

### **6. Руководство по Эксплуатации**

#### **7. Оценка Затрат**

- 7.1 Расширенная Оценка Затрат с точностью  $\pm 30\%$

**Приложение 1:** Руководство по Эксплуатации

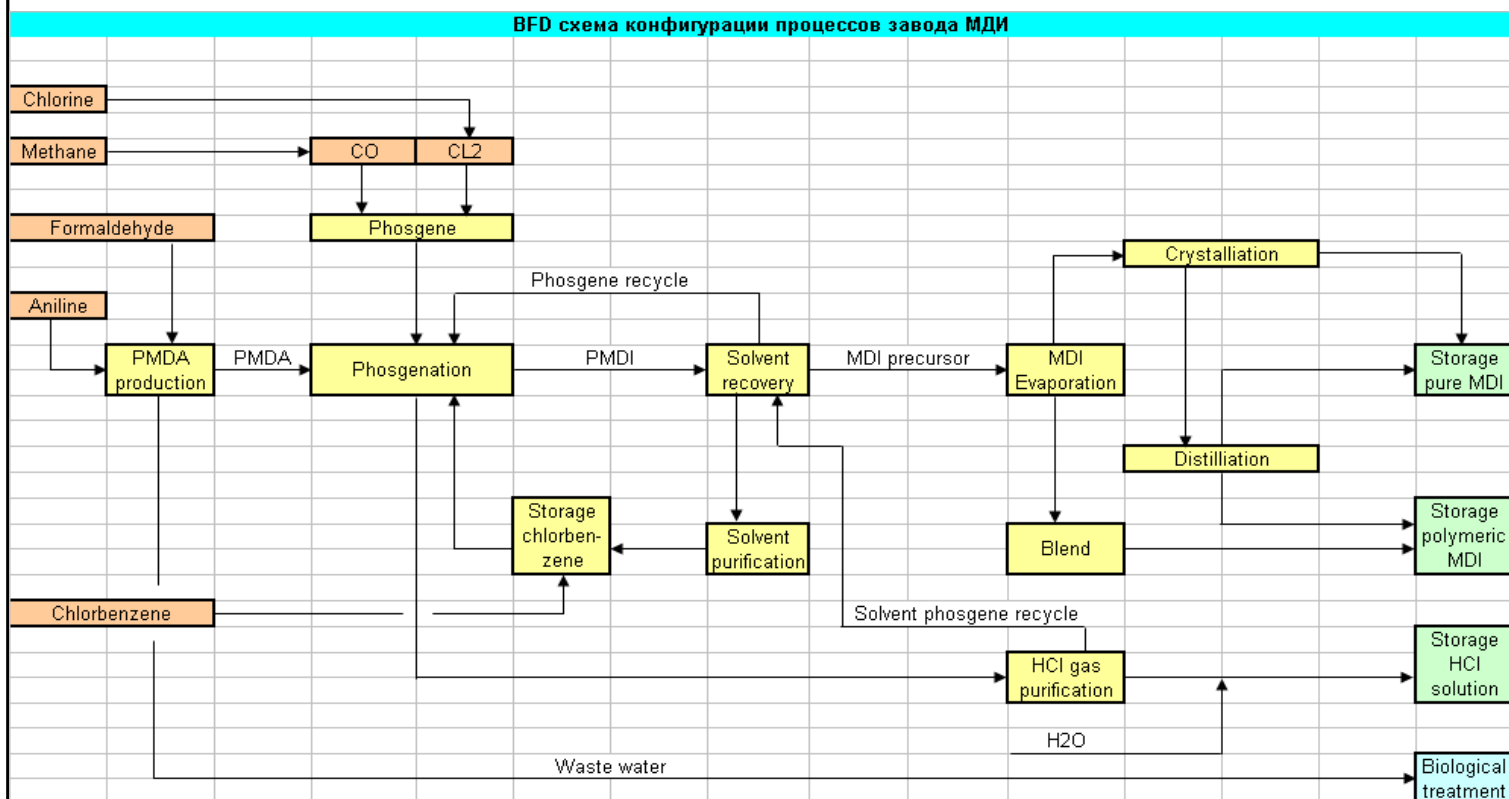
## **2. Упрощенная (BFD) схема конфигурации процесса производства МДИ**

На **Рис.1** представлена BFD схема завода по выпуску мономерного и полимерного МДИ. В объеме мирового рынка выпуск чистого (мономерного) МДИ не превышает 5 – 7%, модифицированного мономерного МДИ 14 – 16%, модифицированного полимерного МДИ 8 – 12%, весь остальной объем занимает полимерный МДИ (ПИЦ), который может быть разделен по требованию потребителей на: высоко, средне и низкофункциональный.

Технологическая схема завода позволяет осуществлять выпуск всех перечисленных типов МДИ, включая модифицированные.

**Внимание!** Данная схема, а также все последующие описания технологических процессов, материальные балансы расходные нормы, численность персонала, за исключением Глав 10 и 11 даны на основе оригинальных материалов, Приложение 3.

Рис.1



### 3. Описание и материальный баланс процесса МДИ

Комплект PFD схем для технологической реплики установки производства МДИ по технологии DOW, завод «EniChem» представлен в **Приложении 4**.

Поставка сырья: анилина, формальдегида, хлорбензола и хлора производится со стороны, показатели качества на сырье и реагенты приведены в **Главе 5**, расчет типа и объемов хранения не предусматривается на данной стадии, до выяснения Заказчиком логистики поставок.

Технологическая схема завода состоит из двух параллельно работающих линий, выход из строя оборудования на одной из параллелей приводит к сокращению мощности, но не к остановке завода.

Производство фосгена предусматривается в режиме генерации исключительно на объем реактора фосгенирования. Хранение фосгена не предусмотрено, подача фосгена в реактора фосгенирования производится от генераторов фосгена, по одному на каждый реактор. Синтез фосгена осуществляется смешиванием испаренного хлора и окиси угле-



рода, который получают при риформинге метана, далее реакционная смесь пропускается через слой угля и по трубопроводам с двойными стенками и постоянным вакуумированием межтрубного пространства, подается в зону реакции. Подобная схема производства и подачи фосгена в процесс, а также наличие большого количества (около 150 шт.) датчиков загазованности, исключает риск аварий даже не большого масштаба.

**Получение МДА (MDA) – диаминодифенилметан.** Формальдегид, анилин и раствор соляной кислоты со складов хранения подаются в реактора //, которые работают в следующих условиях // с получением бензиламина. Подача бензиламина в // для изомеризации и перегруппировки с образованием МДА, производится в каскадном режиме работы клапанов регуляторов. Режим работы изомеризатора //.

Полученный МДА сливается в емкость, где происходит нейтрализация остатков соляной кислоты раствором едкого натра, после чего, по уровню раздела фаз органический слой отделяется от водного слоя и подается насосом на // для тщательной промывки от солей, в основном хлорида натрия. Температура процесса нейтрализации не должна превышать//.

МДА после нейтрализации и промывки подается в стриппер работающий под вакуумом //, для удаления остаточных количеств анилина и воды. Температура в кубовой части стриппера не должна превышать //, температура верха может варьировать в //.

Процесс ведется при значительном избытке анилина, молярное соотношение анилин : формалин, достигает (//):1, соляная кислота подается в равной молярной доле с анилином. Избыток анилина способствует образованию большей доли целевого продукта – 4,4'-диаминодифенилметан при этом примеси 2,4'- и 2,2'-изомеров, не значительны, вместе с тем процесс отгонки избыточного анилина из продуктов реакции отрицательно сказывается на экономике процесса в целом. Снижение молярной доли анилина PMDA (PMDA) – полиметилениполифениламина, т.е продукта дальнейшей конденсации, который является побочным продуктом процесса.

Стадия получения МДА определяет качество конечной продукции, а также энергетические затраты на производство в целом, именно поэтому выбор оптимального соотношения анилин : формалин, является чрезвычайно важным, как правило, получаемый МДА находится в определенном соотношении с PMDA.

**Производство ПИЦ – полиизоцианата**, или сырого (полимерного) МДИ (ПМДИ), или crude MDI, PMDI, состоит из следующих стадий – фосгенирование, очистка хлороводорода, отгонка и регенерация монохлорбензола (МХБ).

МДА (PMDA) со склада или непосредственно с процесса подают в смеситель, туда же в соотношении // при температуре не более // подается МХБ, и далее реакционная смесь поступает на «холодное», а затем на «горячее» фосгенирование, процесс осуществляется в каскаде реакторов. Процесс «холодного» фосгенирования ведется практически без давления при температуре //, давление в процессе «горячего» фосгенирования определяется давлением насыщенных паров реакционной смеси при этом, температура процесса не должна превышать //. Каскад реакторов для рассматриваемой технологической реплики включает в себя по четыре реактора на каждой линии постоянного действия.

Фосген подается в процесс от генератора по трубопроводам с двойной стенкой и вакуумированием между ними. Хранение фосгена не предусмотрено. Количество получаемого в генераторе фосгена определяется стехиометрий процесса и задается в системе DCS, через вычислитель с исходными параметрами по фактическим количествам и качеству МДА (PMDA) и планируемому показателю качества готовой продукции, т.е соотношение чистого МДИ и ПИЦ, а также доли 4,4-изомера в чистом МДИ. Генераторы фосгена могут быть установлены на каждый реактор, либо по одному на каскад реакторов, т.е по одному генератору на четыре реактора.

Газовая фаза после реакторов фосгенирования состоящая из хлороводород, образующийся в процессе фосгенирования, не прореагировавшего фосгена и унесенных паров МХБ, подается на адсорбер, который орошается монохлорбензолом для адсорбции фосгена. Оптимальная работа скруббера достигается при его орошении МХБ с температурой //, которая оптимальна для растворения в нем фосгена, и давлении //, т.е немного выше давления насыщенных паров фосгена.

Хлороводород с верха адсорбера подается на скруббер орошаемый обессоленной или деминерализованной водой, образующаяся соляная кислота с концентрацией 32 – 36% отправляется на склад, как товарный продукт, а балансовое количество возвращается на синтез МДА.

Реакционная масса после фосгенирования подается на блок рекуперации, который состоит из одной отпарной колонны – стриппера. Фосген с верха колонны после конденсации возвращается на стадию фосгенирования, подача производится по трубопроводам с двойными стенками и вакуумированием между ними. Длина трубопроводов подачи фосгена после рекуперации минимальная. Монохлорбензол с куба колонны, после водя-

ного холодильника через буферную емкость также подается в реактора «холодного» или «горячего» фосгенирования, потери монохлорбензола восполняются по уровню в буферной емкости. Отпарная колонна – стриппер работает при температуре верха //////////////, температуре куба ....., давление в кубе стриппера //////////////. ПИЦ – полиизоцианат, или сырой (полимерный) МДИ отправляется на склад хранения или непосредственно на завершающую стадию процесса – выделение чистого МДИ и ПИЦ требуемого качества.

В оригинальной схеме процесс предусматривалась дополнительная ректификация монохлорбензола с целью удаления тяжелой хлорированной полиароматики, которая со временем накапливается в циркуляционной системе растворителя.

**Производство МДИ – метилендифенилдиизоцианата** или мономерного (чистого) ММДИ, или pure MDI, MMDI. С% 4,4 – изомера не менее 97,7%, состоит из следующих стадий – выпаривание МДИ, кристаллизация и перегонка.

ПИЦ – полиизоцианат, или сырой (полимерный) МДИ (ПМДИ), или crude MDI, PMDI с промежуточного склада или непосредственно с предыдущей стадии процесса подается на колонну разделения. Продуктом верха колонны является чистый МДИ с содержанием 4,4'-диаминодифенилметана не менее 97.7% масс, а кубовый продукт – полиизоцианат, параметры работы колонны задаются по требуемому качеству кубового продукта. Разгонка производится при глубоком вакууме ////////////// и температуре в кубе колонны ///////////////. Колонны оснащены специальной насадкой, например, с насадкой Зульцер, предложения по которым имеются на рынке. Мы не исключаем, что в случае продолжения работ на стадиях концептуального и базового инжиниринга будут рассмотрены варианты разделения с использованием роторного испарителя или комбинации колонны с специальной насадкой и испарителя. Применяемый метод разделения МДИ будет определяться, и в том числе, на основании технического задания Заказчика по качеству и количеству готовой продукции, а также соотношению между ними, а именно:

- чистого МДИ, содержанием 4,4-изомера, не менее 97.5%
- смеси изомеров 4,4 и 2,4 в соотношении, не менее 70/30 масс. %
- ПИЦ – низкофункциональный
- ПИЦ – среднефункциональный
- ПИЦ – высокофункциональный

В **Таблице 1** показано сравнения технологий производства МДИ от различных лицензиаров, включая процесс МДИ по технологии DOW, завод «EniChem», которая предполагается к использованию в качестве реплики. Особое внимание мы предлагаем обра-

тить на особенности отечественной технологии Дзержинского НИИК по производству ПИЦ, которая, учитывая требования того времени, была ориентирована на «универсальное сырье для ПУ» и именно поэтому в ней отсутствовала секция получения чистого МДИ, а также разделения ПИЦ на индивидуальные продукты, т.е секция 900.

Таблица 1.

Таблица сравнения технологий производства МДИ от различных лицензиаров.

Назначение секций	Существующие технологии (лицензии не продаются)	Документация DOW, завод «EniChem» для технологической реплики	НИИК (Дзержинское ПО "Корунд", Днепродзержинское ПО "Азот")
Мощность установки, т.т/год	200	80	12/24
Секция 100. Прием и хранение сырья: анилина, формалина, соляной кислоты, едкого натра.	Выполняется индивидуально для каждого предприятия, с учетом транспортной и сырьевой логистики.		
Секция 200. Синтез МДА (PMDA)	6 последовательных реакторов синтеза (конденсация+перегруппировка) + 1 последовательный реактор нейтрализации.	2 параллельных реактора конденсации + 2 реактор перегруппировки + 1 реактор нейтрализации.	1 реактор конденсации + 1 реактор перегруппировки, одновременно выполняющий роль нейтрализатора.
Узел отгонки анилина от МДА (PMDA)	2 колонны	1 колонна	2 колонны
Узел очистки анилина от воды	Анилин отделяется от воды по разделу фаз	Анилин отделяется от воды по разделу фаз	Анилин отделяется от воды по разделу фаз
Узел отгонки воды от МДА (PMDA)	1 колонна	1 колонна	МДА (PMDA) отделяется от воды по разделу фаз
Секция 300. Фосгенирование МДА (PMDA)	1 реактор без мешалки, но с предварительным роторным смесителем.	4 последовательных реактора с мешалками	2 параллельных реактора без мешалки, но с предварительными смесителями.
Секция 400. Очистка МДА (PMDA), узел отгонки фосгена, узел отгонки хлороводорода и монохлорбензола	5 колонная схема. 1 дегазатор отгонки фосгена с кипятильником для разложением карбонилхлорида + 1 стриппер отгонки HCL + 1 колонна отгонки HCL от фосгена + 1 колонна отгонки МДИ от хлорбензола с кипятильником + 1 колонна очистки МДИ от хлорбензола	7 колонная схема. 1 дегазатор отгонки фосгена с кипятильником для разложением карбонилхлорида + 1 стриппер отгонки HCL + 1 колонна отгонки HCL in aiscutyf+ 2 колонна отгонки МДИ от хлорбензола + 2 колонны промежуточной очистки МДИ и хлорбензола	7 колонная схема. 2 дегазатора отгонки фосгена с кипятильником для разложением карбонилхлорида + 2 стриппера отгонки HCL + 2 колонна отгонки МДИ от хлорбензола + 1 колонны промежуточной очистки МДИ и хлорбензола. Не отвечают современным требованиям химической технологии.
Узел очистки хлорбензола.	1 колонна, очищенный монохлорбензол не содержит фосгена	1 колонна, не предусматривается полная дегазации хлорбензола от фосгена. <b>При необходимости, в процессе создания реплики, полная очистка может предусматриваться</b>	6 колонн насадочного типа. Не предусматривается полная дегазации хлорбензола от фосгена
Секция 500. Синтез фосгена.	1 реактор синтеза + 1 реактор доочистки + конденсатор для подачи в процесс жидкого фосгена, Емкости хранения отсутствуют, объем компенсируется реактором доочистки и конденсатором.	2 параллельных реактора синтеза с расходными емкостями хранения. <b>В процессе создания реплики должны быть заменены на генераторы фосгена без использования складов хранения</b>	Реактор синтеза, конденсатор, склады хранения с последующей подачей, как в процесс МДИ, так и на загрузку в ж/д цистерны, как товарный продукт
Секция 600, 700, 800. Блок очистки соляной кислоты, нейтрализации абгазов, хранения каустика, отгонки метанола	Выполняется индивидуально для каждого предприятия.		
Секция 900. Фракционирование, дистилляция, очистка МДИ. Получение чистого МДИ, а также ПИЦ, который может быть разделен по требованию потребителей на: высоко, средне и низкофункциональный.	1 колонна разделения + 2 фракционирующих испарителя + 2 конденсатора с разделом фаз.	1 колонна разделения + 2 фракционирующих испарителя + 2 конденсатора с разделом фаз.	Операции не были предусмотрены технологическим процессом. Получаемый ПИЦ – полиизоцианат, или сырой (полимерный) МДИ (ПМДИ), или crude MDI, PMDI реализовывался без разделения

В Таблице 2 приведены расходные показатели технологий производства МДИ от различных лицензиаров, включая процесс МДИ по технологии DOW, завод «EniChem», которая предполагается к использованию в качестве реплики. Обращаем внимание на расходные показатели отечественной технологии Дзержинского НИИК по производству

ПИЦ, а также технологию МДИ венгерского завода Баршодкем, которая является отличным примером хорошо созданной реплики с увеличением мощности о 25 до 160 т.т/год.

Таблица 2.

Таблица сравнения расходных показателей производства МДИ от различных лицензиаров.

Сырье (т) и энергоресурсы	Расходные коэффициенты на тонн на 1 тонну МДИ			
	Баршодкем, Венгрия. Реплика на основе лицензии Mitsui Toatsu	Документация DOW, завод «EniChem» для технологической реплики	Существующие технологии (лицензии не продаются)	НИИК (Дзержинское ПО "Корунд", Днепродзержинское ПО "Азот")
<b>Мощность установки, т.т/год</b>	160	80	200	12/24
Анилин	0.750	0.746	0.747	0,946/0.895
Формалин (37%)*	0.390	0.249	0.142	0.178
Окись углерода, на фосген	202,1	0.204	0.233	0.254
Хлор на фосген	0.570	0.588	0.569	0.601
Щелочь натриевая (50%)	0.250	0.253	0.245	0.240
Монохлорбензол	0.005	0.006	0.005	0.007
Вода деминерализованная, м3	2.450	2.510	2.500	3.100
Электроэнергия кВт. Час**	525.300	428.000	545.900	614.000
Пар водяной, т**	3.300	4.860	3.000	5.100

\* Расход определяется соотношением анилин:формалин при синтезе МДА, и соответственно целевым соотношением чистого МДИ и ПИЦ

\*\* - существенные различия в расходах водяного пара и электроэнергии (кроме НИИК) определяется разницей в использовании динамического оборудования с электроприводами и паровыми турбинами

В Главе 11 подробно изложены возможности лицензирования Заказчиком процесса производства МДИ, как на основе технологических реплик с использованием, например, процесса МДИ по технологии DOW, завода «EniChem», так и процесса производства ПИЦ Дзержинского НИИК.

Документация на процесс по технологии DOW, завода «EniChem» может быть использованы без ограничений в связи с окончанием срока действия патентов, т.е. отсутствия предмета лицензирования для данной конкретной установки.

Права на технологию ПИЦ Дзержинского НИИК, в свое время, также были подтверждены патентами срок действия, которых истек.

#### 4. Проектная производительность, технические условия на продукцию

Проектная производительность принимается не более 80 т.т/год, т.е. соответствует параметрам ранее работающей установки по технологии DOW, завода «EniChem». Данная мощность не превышает потребности рынка МДИ для РФ и позволяет существенно упростить базовое проектирование, так как при сохранении мощности для большинства оборудования не потребуются каких либо дополнительных расчетов. Исключением могут являться:

- насадочные колонны, размеры которых могут быть существенно уменьшены за счет разработки более эффективных насадок

- некоторые типы теплообменного оборудования, за счет появления конструктивно более эффективных аппаратов

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

В **Таблице 3** приведена **предполагаемая** номенклатура выпускаемой продукции, на основе возможностей технологии DOW, завода «EniChem», а также исходя из потребностей рынка относительно потреблений мономерного и полимерного (ПИЦ) МДИ.

**Таблица 3.**

**Предполагаемые объемы и гарантированные показатели качества готовой продукции**

Наименование продукции	т.т/год	NCO, % wt.	Equivalent weight	Viscosity at 25°C Centipoise		2,4-MDI, % wt.		Acidity as HCL, ppm	ODSB, ppm	Colour, APHA
				min	max	min	max			
Чистый MDI	15.00	33.40	125.80	45.00	55.00	1.00	2.00	30.00	20.00	20
Полимерный MDI, низкофункциональный	10.00	31.10	135.00	50.00	60.00	2.00	3.50	200.00	80.00	20
Полимерный MDI, среднефункциональный	35.00	30.20	139.00	150.00	230.00	6.00	9.00	300.00	80.00	26
Полимерный MDI, высокофункциональный	10.00	29.80	141.00	550.00	850.00	1.00	3.50	400.00	40.00	28
MDI модифицированный каталитически	5.00	29.00	144.80	30.00	50.00	1.70	2.50	30.00	-	-
MDI модифицированный полиолами PET	5.00	21.90	192.00	700.00	850.00	-	-	30.00	-	-

Изменения в количествах по типам выпускаемой продукции возможно в следующих интервалах, для:

- Чистый MDI //
- Полимерный MDI, низкофункциональный //
- Полимерный MDI, среднефункциональный //
- Полимерный MDI, высокофункциональный //
- MDI модифицированный каталитически //
- MDI модифицированный полиолами PET //

Показатели качества приняты на основе наиболее востребованных марок аналогичных рыночных продуктов сопоставимы с реальными технологическими возможностями установки.

### 5. Показатели качества сырья, реагентов, катализаторов

В **Таблице 4** приведены показатели качества: анилина, формальдегида, оксида углерода, хлора, монохлорбензола, метанола, соляной кислоты, катализаторов модификации, полиолов и.т.д

**Таблица 4**

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

## 6. Операционные затраты на процесс МДИ

В **Таблицах 5, 6 и 7** приведены расчеты операционных затрат на основе расходных норм по статьям: энергетика, реагенты, химикаты, катализаторы, а также зарплата и ремонты. Численность персонала принята в границах установок, т.е до начальников (цехов) установок включительно, все виды ремонтных работ согласно ТЗ отнесены на аутсорсинг, за исключением линейного ремонтного персонала. Стоимость всех видов энергоресурсов, химикатов, реагентов и катализаторов, а также уровень заработной платы предоставлены Заказчиком применительно к месту строительства.

Таблица 5

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

Таблица 6

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

Таблица 7

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

## 7. Рабочие условия технологического процесса получения МДИ

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

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

## 8. Требования по эксплуатации установки МДИ (только на процесс МДИ)

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

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

## 9. Генеральный план установки по технологическим секциям

Площадь застройки по технологическим секция показана в **Таблице 8**, генеральный план в **Приложении 5**.

Таблица 8

Наименование установок	Мощность (проектная/по балансу), т.т/год	Площадь застройки, м2
Секция 100	////////////////////////////////////	////////////////////////////////////
Секция 200	////////////////////////////////////	////////////////////////////////////
Секция 300	////////////////////////////////////	////////////////////////////////////
Секция 400	////////////////////////////////////	////////////////////////////////////
Секция 500	Исключается	
Секция 600	////////////////////////////////////	////////////////////////////////////
Секция 700	////////////////////////////////////	////////////////////////////////////
Секция 800	////////////////////////////////////	////////////////////////////////////
Секция 900	////////////////////////////////////	////////////////////////////////////

При составлении генерального плана учитывались: заводские и цеховые транспортные коммуникации (дороги, проезды), противопожарные разрывы и компенсационные площади для установки кранов в период ремонта, а также для хранения и дозировки химикатов.

Мы не анализировали, так как это не входило в нашу задачу, необходимые площади для рампы отгрузок готовой продукции, расположение операторных (операторной), коммуникации по которым будет производиться подвод энергоресурсов, все перечисленное будет представлено на последующих этапах проектирования при окончательном выборе площадки.

Склады хранения сырья и готовой продукции в объеме буферных емкостей на одни сутки работы производства учтены в составе секций, также в составе секции 900 учтена площадь для блендирования и отгрузки готовой продукции. Определение площади складского хозяйства согласно требованиям правил страны строительства, а также комментариями Заказчика по логистике поставок и отгрузок будут учтены на следующих этапах проектирования.

#### **10. Капитальные затраты на строительство установки МДИ 80 т.т/год (только в границах установки МДИ)**

Расчет капитальных затрат, **Таблица 9** выполнен на основании стандартной методики, принятой на стадии предпроектной проработки, в соответствии с ААСЕ практикой (Американская ассоциация стоимостного инжиниринга) с учетом индекса СЕРСИ, актуализированного на уровень 2015 г.

Расчет предполагает использование комплекта PFD схем, данных по усредненной стоимости основного оборудования, затраты на строительство и проектирование основных технологических установок включают в себе все без исключения затраты в том числе и связанные с монтажом оборудования, металлоконструкций, трубопроводов, электрики и КиП, а также проектирование, управление строительством и непредвиденные расходы.

Согласно Техническому заданию планируемый к строительству комплекс не имеет собственных источников энергоресурсов, но располагается в пределах крупного действующего предприятия, т.е. подача всех энергоресурсов будет осуществляться по договорам поставки: вода всех типов, природный газ, азот, воздух, воздух КиП, пар водяной, а также по договорам возврата: конденсата водяного пара, сбросов на факел (при необходимости), сточных вод. Все энергоресурсы будут поставляться и отводиться че-



рез коммерческие узлы учета, которые мы рекомендуем располагать в пределах комплекса «//////////».

Затраты на подвод всех коммуникаций, а также на склады хранения в таблице не учитываются.

Таблица 9.

Наименование статей затрат	Капитальные затраты, евро					
	100	200	300	400	600, 700, 800	900
Покупка основного оборудования						
Монтаж основного оборудования	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////
Системы управления, инструменты и КиП (материалы и монтаж)	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////
Трубопроводы (материалы и монтаж)	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////
Электрические системы (материалы и монтаж)	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////
Здания (включая надзор)	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////
Благоустройство, дороги, площадки	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////
<b>Итого основные расходы</b>	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////
Строительные сооружения, конструкции, эстакады	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////
Инжиниринг (базовый, детальный, генеральный)	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////
<b>Управление строительством и юридические услуги</b>	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////
Не предвиденные расходы	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////
<b>Итого косвенные расходы</b>	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////
<b>Всего: основные и косвенные</b>	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////

## 11. Заключение и выводы

**Приложение 1. Техническое задание Заказчика на исходный технологический проект (DBS) для технологической реплики установки производства МДИ по технологии DOW, завод «EniChem»**

**Приложение 2. Полные характеристики сырья и готовой продукции установки производства МДИ по технологии DOW, завод «EniChem»**

**Приложение 3. Перечень документации предоставляемой для создания технологической реплики процесса МДИ по технологии DOW, завод «EniChem»**

**Перечень документации для создания технологической реплики процесса МДИ по технологии DOW, завод «EniChem»**

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

СЕКЦИЯ	Тип документа	Номер документа	Наименование	Кол-во листов
<b>Секция 100. Прием и хранение сырья: анилина, формалина, соляной кислоты, едкого натра, реагентов и катализаторов</b>				
100	P&I Diagram	1811-107A	Лист обозначений	1
100	P&I Diagram	1811-107C	Лист обозначений	1
100	P&I Diagram	1811-1107A	HCL STORAGE	1
100	P&I Diagram	1811-1107B-0	M.C.B.STORAGE	1
100	P&I Diagram	1811-1107B-1	M.C.B.STORAGE	1
100	P&I Diagram	1811-1107C	PRODUCT HOLD STORAGE	1
100	P&I Diagram	1811-1107D	ANILINE&FORMALIN STORAGE	1
100	P&I Diagram	1811-1107E	ROAD TANKER STATION	1
100	P&I Diagram	1811-1107F	MCB FLUSH SYSTEM	1
100	P&I Diagram	1811-1107G	WET ANILINE STORAGE AND TRANSFER	1
100	P&I Diagram	507515	REVAMPING STOCCAGGIO HCL 33%	1
100	P&I Diagram	507522	PENSILINA SCARICO ANILINA DA FERROCISTERNE	1
<b>Секция 200. Синтез МДА (PMDA)</b>				
200	P&I Diagram	1811-2107A	FEED REPARATION	1
200	P&I Diagram	1811-2107B	REACTORS SECTION AMS CIRCULATING PUMPS	1
200	P&I Diagram	1811-2107C	REACTORS SECTION	1
200	P&I Diagram	1811-2107D	NEUTRALIZER SECTION	1
200	P&I Diagram	1811-2107E	WASH SECTION	1
200	P&I Diagram	1811-2107F	STRIPPER AND EVAPORATOR VACUUM SECTION	1
200	P&I Diagram	1811-2107G	DADPM STORAGE	1
200	P&I Diagram	1811-2107J	ANILINE RECOVERY TANCAGE SECTION	1
200	P&I Diagram	1811-2107M	PROCESS AND EMERGENCY VENTS ABATEMENT	1
200	P&I Diagram	1811-2107N	UNWASHED DADPM AND AMINE BRINE STORAGE SECTION	1
200	P&I Diagram	1811-2107P	CONTINUOUS ISOMERIZATION SECTION	1
200	P&I Diagram	1811-2107Pbis	SEZIONE ISOMERIZZATA CONTINUA	1
200	P&I Diagram	1811-2107R	CONTINUOUS ISOMERIZATION SECTION	1
<b>Секция 300. Фосгенирование МДА (PMDA)</b>				
300	P&I Diagram	1811-3107A	REACTOR R-301B FEED SECTION	1
300	P&I Diagram	1811-3107Abis	ALIMENTAZIONE FOSGENE A REACTORE R-301	1
300	P&I Diagram	1811-3107B	REACTION SECTION 1st STAGE	1
300	P&I Diagram	1811-3107Bbis	REACTION SECTION 1 ST STAGE	1
300	P&I Diagram	1811-3107C	REACTION SECTION 2ND. STAGE	1
300	P&I Diagram	1811-3107D	HIGH PRESSURE CONDENSATION SECTION	1
300	P&I Diagram	390865-1	MONITORAGGIO LINEE INCAMICIATE FOSGENE	1
300	P&I Diagram	390865-2	MONITORAGGIO LINEE INCAMICIATE FOSGENE	1
300	P&I Diagram	507545	FLUSSAGGIO NUOVE TENUTE R301B - R302 - R303 A/B	1
<b>Секция 400. Очистка МДА (PMDA) , узел отгонки фосгена, узел отгонки хлороводорода и монохлорбензола. Узел очистки монохлорбензола</b>				
400	P&I Diagram	1811-4107A1	MCB RECOFERY SECTION	1
400	P&I Diagram	1811-4107A	MCB RECOFERY SECTION	1
400	P&I Diagram	1811-4107B	MCB RECOFERY SECTION	1
400	P&I Diagram	1811-4107C	M.D.I. CONCENTRATED & DILUTE CRUDE STORAGE	1
400	P&I Diagram	1811-4107D	MDI CONCENTRATOR SECTION	1
400	P&I Diagram	1811-4107E	DECHLORINATION COLUMN SECTION	1
400	P&I Diagram	1811-4107F	HEAT TREATMENT & PRODUCT COOLING SECTION	1
400	P&I Diagram	1811-4107G	VACUUM PUMPS SECTION	1
400	P&I Diagram	1811-4107H	PHOSGENE ABSORBER SECTION	1
400	P&I Diagram	1811-4107J	CARBON TETRACHLORIDE SEPARATION	1

400	P&I Diagram	4107Fbis	HEAT TREATMENT & PRODUCT COOLING SECTION	1
400	P&I Diagram	507540	SEPARAZIONE FENILE ISOCIANATO	1
<b>Секция 500. Синтез фосгена. (При использовании фосгеновых генераторов, проводится перепо- ектирование)</b>				
500	P&I Diagram	0100fg1	CLORURO DI CARBONILE - LIMITE DI BATERIA	1
500	P&I Diagram	0100fg2	CLORURO DI CARBONILE - SINTESI	1
500	P&I Diagram	0100fg3	CLORURO DI CARBONILE - STOCCAGIO	1
500	P&I Diagram	0200fg1	CLORURO DI CARBONILE - SERVIZI	1
500	P&I Diagram	0200fg2	CLORURO DI CARBONILE - SERVIZI	1
<b>Секция 600, 700, 800. Блок очистки соляной кислоты, нейтрализации абгазов, хранения каустика, отгонки метанола</b>				
600	P&I Diagram	1811-6107A	CAUSTIC STORAGE	1
600	P&I Diagram	1811-6107B	FUME SCRUBBER SECTION	1
600	P&I Diagram	1811-6107C	1% CAUSTIC SCRUBBER SECTION	1
600	P&I Diagram	1811-6107D	CAUSTIC SCRUBBER SECTION	1
600	P&I Diagram	1811-6107E	HCL ABSORBER SECTION	1
600	P&I Diagram	1811-6107F	HCL COMPRESSION SYSTEM	1
600	P&I Diagram	1811-6107G	CAUSTIC SCRUBBER HEADER SYSTEM	1
600	P&I Diagram	1811-6107H	FUME SCRUBBER HEADER SYSTEM	1
600	P&I Diagram	1811-6107J	FUME EXTRACTION HEADER SYSTEM	1
600	P&I Diagram	1811-6107K	HCL COMPRESSION SYSTEM (COMPRESSOR ONLY)	1
600	P&I Diagram	1811-6107L	PHOSGENE ANALYSERS	1
600	P&I Diagram	390443	IMPIANTO ASSORBIMENTO MCB INSERIMENTO TERZO FIL- TRO Y 651 C	1
600	P&I Diagram	507539	IMPIANTO PRODUZIONE ACIDO MURIATICO	1
700	P&I Diagram	1811-7107A	ANILINE & METANOL SEPARATION	1
700	P&I Diagram	1811-7107B	ANILINE & METANOL SEPARATION	1
700	P&I Diagram	1811-7107C	DIRTY EFFLUENT TREATMENT	1
700	P&I Diagram	1811-7107D	AMMINE BRINE EXTRACTION	1
700	P&I Diagram	1811-7107F	MCB SLOPS HANDLING	1
700	P&I Diagram	1811-7107G	STRIPPED EFFLUENT NEUTRALISATION	1
700	P&I Diagram	7107E	PROCESS AND EMERGENCY VENTS COLLECTION	1
700	P&I Diagram	507538	SEZIONE FILTRAZIONE ACQUE REFLUE	1
800	P&I Diagram	1811-8107A	REFRIGERANT DISTRIBUTION	1
800	P&I Diagram	1811-8107B	REFRIGERATION PACKAGE UNIT	1
800	P&I Diagram	1811-8107C	REFRIGERATION PACKAGE UNIT	1
800	Utility Flow Diagram	1811-8108A	SEA WATER COOLING SYSTEM	1
800	Utility Flow Diagram	1811-8108B	CONDENSATE RECOVERY	1
800	Utility Flow Diagram	1811-8108C	CONDENSATE RECOVERY	1
800	Utility Flow Diagram	1811-8108D	POTABLE WATER	1
800	Utility Flow Diagram	1811-8108E	UNDERGROUND FIREWATER	1
800	Utility Flow Diagram	1811-8108F.	HIGH MEDIUM PRESSURE STEAM	1
800	Utility Flow Diagram	1811-8108G	LP STEAM	1
800	Utility Flow Diagram	1811-8108H	HOT WATER SYSTEM	1
800	Utility Flow Diagram	1811-8108J	UTILITY SERVICE STATION	1
800	Utility Flow Diagram	1811-8108K	INSTRUMENT AER & TOOL AER DISTRIBUTION	1
800	Utility Flow Diagram	1811-8108L	PROCESS WATER	1

800	Utility Flow Diagram	1811-8108M	PROCESS WATER	1
800	Utility Flow Diagram	1811-8108N	INERT GAS DISTRIBUTION	1
800	Utility Flow Diagram	1811-8108P	INTRUMENT AIR COMPRESSOR	1
800	Utility Flow Diagram	1811-8108Q	INERT GAS COMPRESSOR	1
800	Utility Flow Diagram	1811-8108R	HOT WATER SYSTEM	1
800	P&I Diagram	390518	CIRCUITO RACCOLATA E ABBATT.DRENAGGI E SPURGHI	1
<b>Секция 900. Фракционирование, дистилляция, очистка МДИ. Получение чистого МДИ, а также ПИЦ, который может быть разделен по требованию потребителей на: высоко, средне и низкофункциональный.</b>				
900	P&I Diagram	1811-9107A	MDI FINISHED PRODUCT STORAGE	1
900	P&I Diagram	1811-9107B	MDI DRUM LOADING STATION	1
900	P&I Diagram	1811-9107C	PRECURSOR STORAGE OF EVAPORATOR FEED	1
900	P&I Diagram	1811-9107D	EVAPORATOR CONDENSING & COOLING	1
900	P&I Diagram	1811-9107E	DISTILLATE HOLD AND CRYSTALLISER	1
900	P&I Diagram	1811-9107F	MOTHER LIQUOR & REFINED MDI TANKAGE	1
900	P&I Diagram	1811-9107G	REFINED M.D.I. STORAGE	1
900	P&I Diagram	1811-9107H	HOT WATER SECTION	1
900	P&I Diagram	1811-9107J	ROAD TANKER LOADING MDI FINISHED PRODUCT	1
900	P&I Diagram	1811-9107K	HOT OIL HEADING PACKAGE & SHUTDOWN UNIT	1
900	P&I Diagram	1811-9107L	CHILLING UNIT PACKAGE P-903 (GR-903)	1
900	P&I Diagram	1811-9107P	POLYMERIC MDI NEW TANKAGE	1
900	P&I Diagram	9107M	NEW CRYSTALLISER	1
900	P&I Diagram	9107N	MOTHER LIQUOR AND REFINED MDI NEW TANKAGE	1
900	P&I Diagram	9107R	ROAD TANKER LOADING MDI FINISHED PRODUCT	1
900	P&I Flow Diagram	390064	MDI FINISHED PRODUCT STORAGE	1
900	P&I Diagram	390134fg1	DISTILLAZIONE ISOMERI	1
900	P&I Diagram	390134fg2	CIRCUITO DA RAFFREDDAMENTO MCB	1
900	P&I Diagram	390134fg3	STOCCAGGIO FENELISOCIANATO	1
900	P&I Diagram	390134fg4	STOCCAGGE MDI PURO MADRE 42/42	1
900	P&I Diagram	390134fg5	STOCCAGGI INTERMEDI MDI PURO & LIQUIDO MADRE 50/50	1
900	P&I Diagram	390134fg6	PRODUZIONE VUOTO	1
900	P&I Diagram	390134fg7	DISTILLAZIONE ISOMERI	1
900	P&I Diagram	390134fg8	DISTILLAZIONE ISOMERI: SEZ SERVIZI STAZIONI DI SERVIZIO	1
900	P&I Diagram	390370	PRODUZIONE URETONIMMINA	1
900	P&I Diagram	390507	CIRCUITO DI TERMOSTAZIONE SERBATOI DI STOCCAGGIO MDI	1
900	P&I Diagram	390529	DISTILLAZIONE MDI PRECURSOR	1
900	P&I Diagram	503830	PROCESS AND INSTRUMENTS DIAGRAM UNITA FRIGORIFERA P953	1
900	P&I Diagram	504666	PACKAGE GRUPPO VUOTO P982 S COLONNA ISOMERI	1
900	P&I Diagram	506120	UNITA DI RETTIFICA SEPARAZIONE C-902	1
900	P&I Diagram	506121	C903 UNITA DI RETTIFICA E SEPARAZIONE	1
900	P&I Diagram	507541	REVAMPING SEZIONE DISTILLAZIONE ISOMERI E ADEGUAMENTO LUWA	1
900	P&I Diagram	507542	REVAMPING SEZIONE DISTILLAZIONE ISOMERI E ADEGUAMENTO LUWA	1
900	P&I Diagram	507787	SISTEMA FLUIDO DIATERMICO & COMBUSTIONE	1
900	P&I Diagram	509834Fg1	GRUPPI VUOTO EVAPORATORI P-996 A/B	1
B.L	P&I Diagram	390544fg1	IMPIANTO DI TRATTAMENTO SEZ.ABSORBIMENTO	1
B.L	P&I Diagram	390544Fg2	IMPIANTO DI TRATTAMENTO SEZ. RECUPERO METANOLO	1
B.L	P&I Diagram	390544Fg3.	IMPIANTO DI TRATTAMENTO SEZ. ABBATIMENTO SFIATI	1

B.L	P&I Diagram	390544Fg4	IMPIANTO DI TRATTAMENTO SEZ.SERVIZI: VB, VC, LN, PA, AS	1
B.L	P&I Diagram	390544Fg5	IMPIANTO DI TRATTAMENTO SEZ.SERVIZI: AI, AM, BS, BF, AB	1
B.L	P&I Diagram	390544Fg6	IMPIANTO TRATTAMENTO ACQUE REFLUE SEZ.SERVIZI SIST.ANTINCENDIO	
	Flow Sheet	BR390042-002	РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПО СЕКЦИЯМ. ВОДА СВЕЖАЯ, ДЕМИНЕРАЛИЗОВАННАЯ, ВОДЯНОЙ ПАР И КОНДЕНСАТ, АЗОТ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ	1
	Flow Sheet	BR390524-001	ПРИЕМ И ХРАНЕНИЕ СЫРЬЯ И РЕАГЕНТОВ	1
	Flow Sheet	BR390524-002	ПОТОЧНЫЙ БАЛАНС СЕКЦИИ 200	1
	Flow Sheet	BR390524-003	ПОТОЧНЫЙ БАЛАНС СЕКЦИИ 300	1
	Flow Sheet	BR390524-004	ПОТОЧНЫЙ БАЛАНС СЕКЦИИ 400	1
	Flow Sheet	BR390524-005	ПОТОЧНЫЙ БАЛАНС СЕКЦИИ 500	1
	Flow Sheet	BR390524-006	ПОТОЧНЫЙ БАЛАНС СЕКЦИИ 600	1
	Flow Sheet	BR390524-007	ПОТОЧНЫЙ БАЛАНС СЕКЦИИ 700	1
	Flow Sheet	BR390524-008A	ПОТОЧНЫЕ СХЕМЫ ВОДА СВЕЖАЯ, ПИТЬЕВАЯ, ВОДЯНОЙ ПАР И КОНДЕНСАТ	1
	Flow Sheet	BR390524-008B	ПОТОЧНАЯ СХЕМЫ КОМПРИМИРОВАНИЯ И ЗАХОЛАЖИВАНИЯ АБГАЗОВ	1
	Flow Sheet	BR390524-008C	ПОТОЧНЫЕ СХЕМЫ ВОДЯНОГО ПАРА И КОНДЕНСАТА	1
	Flow Sheet	BR390524-008D	ПОТОЧНЫЕ СХЕМЫ АЗОТ СРЕДНЕГО ДАВЛЕНИЯ И ВОЗДУХ КиП	1
	Flow Sheet	BR390524-008E	ПОТОЧНАЯ СХЕМА ЗАХОЛОЖЕННОЙ ВОДЫ И ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ	1
	Flow Sheet	BR390524-009	ПОТОЧНАЯ СХЕМА ХРАНЕНИЯ И БЛЕНДИРОВАНИЯ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ	1
	Flow Sheet	BR390524-010	ПОТОЧНЫЙ БАЛАНС СЕКЦИИ 900	1
	Flow Sheet	BR390524-012	ПОТОЧНЫЙ БАЛАНС ХРАНЕНИЯ И БЛЕНДИРОВАНИЯ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ	1
	Flow Sheet	BR390524-biazz	ПОТОЧНЫЙ БАЛАНС РЕКУПЕРАЦИИ МОНОХЛОРБЕНЗОЛА, АНИЛИНА И МЕТАНОЛА	1
	Equipment specification (pressure, temperature, material) for sections 100-900		Tanks	213
			Reactors	12
			Mixers	11
			Pumps	191
			Columns	15
			PHE & SHE	25
			S& T HX	88
			Steady mixers	4
			Fans	8
			Packaged units	1
			Compressors	6
			LUWA	2
			Crystallizers	2
			Chimney	1
			Ejectors	7
			Washer	2
			Vacuum groups	3
		Furnaces	3	
		Filters	20	

**Приложение 4. Комплект PFD схем для технологической реплики установки производства МДИ по технологии DOW, завод «EniChem»**

**Приложение 5 Генеральный план установки по технологическим секциям**

**Приложение 6. Упрощенный расчет срока окупаемости установки производства МДИ по технологии DOW, завод «EniChem»**