



**Производство полиизоцианата (ПИЦ) или сырого полимерного МДИ. Непрерывный процесс 40 т.т/год. Базовый проект, вариант 3 (сокращенный). Технологические решения, расчет оборудования.**



Dipl. engineer Alexander Gadetskiy, phone: +40 (748) 148 257; e-mail: [alexander.gadetskiy@inbox.lv](mailto: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

### КНИГА 1.

1. Основные проектные решения.....	
1.1 Введение.....	
1.2 Общая информация о проекте.....	
1.3 Общие требования к проектированию.....	
1.4 Энергоресурсы.....	
1.5 Аварийные сбросы. ....	
1.5.1 Расчеты максимальных и номинальных сбросов от ППК.....	
1.5.2 Расчеты плотности продуктов при сбросе после ППК, выбор ППК.....	
1.5.3 Расчеты диаметров трубопроводов сбросов от ППК и коллекторов по типам сбрасываемых продуктов.....	
1.6 Климатические условия.....	
1.7 Стандарты и нормы.....	

### КНИГА 2.

2. Принципиальное описание процесса. BFD схема и границы проектирования. Используемое сырье.....	
2.1 Введение.....	
2.2 Используемое сырье, получаемые полуфабрикаты и готовая продукция.....	
2.3 Принципиальное описание процесса по секциям.....	
2.4 Расходные коэффициенты по секциям 200, 300/400, 500.....	
2.5 Технологические границы и границы проектирования.....	
2.6 Принципиальная BFD схема процесса с границами проектирования и рецикловыми потоками.....	

### КНИГА 3

3. Спецификация сырья, химикатов и готовой продукции.....	
---	--

### КНИГА 4.

4. Основные принципы регулирования и управления процессом получения полиизоцианата или сырого полимерного МДИ.....	
4.1 Введение.....	
4.2 Исходные данные для проектирования и поставки автоматизированной системы управления технологическим процессом и противоаварийной автоматической защиты.....	
4.3 Основные контура регулирования производства ПИЦ используемые при составлении PID схем.....	

4.4 Основные блокировки и сигнализации производства ПИЦ используемые при составлении PID схем.....

#### **КНИГА 5.**

- 5.1 Введение. Общие сведения о процессе.....
- 5.2 Секция 200 получения DADPM конденсацией анилина с формальдегидом в солянокислой среде с последующей перегруппировкой (изомеризацией) DADPM.....
- 5.3 Секция 300 получения ПИЦ фосгенированием DADPM.....
- 5.4 Секция 400 очистки ПИЦ, рекуперации хлорбензола и фосгена, выделения фенилизотиоцианата.....
- 5.5 Секция 500 синтеза фосгена на основе оксида углерода и хлора.....
- 5.6 Секция 600 нейтрализации абгазного хлороводорода и соляной кислоты, хранения едкого натра.....
- 5.7 Секция 700 рекуперации анилина и метанола из водных растворов нейтрализации реакционной массы при синтезе DADPM.....

#### **КНИГА 6.**

6. PFD схемы процесса с указанием перечня и характеристикой потоков.....

#### **КНИГА 7.**

7. PFD схема с указанием материала оборудования.....

#### **КНИГА 8.**

8. P&ID схема процесса

#### **КНИГА 9.**

9. Симуляция процесса. Материальный и тепловой баланс

#### **КНИГА 10.**

10. Баланс потребления энергоносителей

#### **КНИГА 11.**

11. Список катализаторов и химикатов.

#### **КНИГА 12.**

12. Список опасных веществ. Листы безопасности (MSDS).

#### **КНИГА 13.**

13. Отходы производства

#### **КНИГА 14.**

14. Опросные листы на технологическое оборудование

#### **КНИГА 15.**

15. Перечень механического оборудования

#### **КНИГА 16.**

*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/>*

16. Перечень электродвигателей

**КНИГА 17.**

17. Планы расположение оборудования.

**КНИГА 18.**

18. Перечень трубопроводов.

**КНИГА 19.**

19. Руководства по эксплуатации.

Ссылка на Вариант №3 базового проекта, расчет процесса и оборудования

<https://makston-engineering.ru/inzhenernyj-servis/post/bazovye-proekty-mogut-vypolnyat-po-trem-variantam-kotorye-sushchestvenno-razlichayutsya-po-ob-yemu-i-sledovatelno-po-trudozatratom-raznica-po-stoimosti-varianta-1-i-varianta-3-mozhet-dostigat#variant3>

**Сокращения.**

ТЗ – техническое задание

БП – базовый проект

МДИ – метилendifенилдиизоцианат, или мономерный (чистый) ММДИ, или pure MDI, MMDI.

ПИЦ – полиизоцианат, или сырой (полимерный) МДИ (ПМДИ), или crude MDI, PMDI, или Polymeric MDI

DADPM – диаминодифенилметан

ПУ – полиуретаны

МСВ – монохлорбензол

ОЗХ – объекты общезаводского хозяйства

SMS – система управления безопасностью (Safety Management System)

HAZOP – процесс детализации и идентификации проблем опасности и работоспособности системы (hazard and operability)

AS – коллектор абгазов анилин содержащих

SV – коллектор абгазов МСВ фосгенсодержащих

FS – коллектор абгазов хлороводорода

SS – коллектор сбросов при аварийных ситуациях

QB – коллектор химзагрязненных сточных вод

QC – коллектор чистых (ливневых) сточных вод

ППК – пружинные предохранительные клапана

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом

ПАЗ – противоаварийная автоматическая защита

*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/>

ЦПУ РСУ – центральный пункт управления распределенной системы управления

- PRV – Pentair Pressure Relief Valve, программа расчета ППК, количества сбросов при срабатывании

- EF – Enviromental Factor, принимается в расчетах ППК по программе Pentair Pressure Relief Valve и зависит от наличия и качества изоляции на оборудовании

- Vessel Wall – температура стенки аппарата при пожаре определяется в расчетах по программе Pentair Pressure Relief Valve

- Prompt Fire-Fighting Efforts and Adequate. Drainage Exists – принимается в расчетах ППК по программе Pentair Pressure Relief Valve и зависит от наличия аварийного опорожнения, систем пожаротушения, наличия быстродействующих устройств отсечения блоков

- Calculate Fire Sizing Factor – расчетная температура открытия ППК исходя из температуры стенки 600°C при пожаре

### **Приложения.**

Приложение 1. Техническое задание.

Приложение 2. Расчеты максимальных и номинальных сбросов от ППК.

Приложение 3. Расчеты плотности продуктов при сбросе после ППК, выбор ППК

Расчеты диаметров трубопроводов сбросов от ППК и линий дыхания аппаратов в коллектора различного назначения.

Приложение 4. Общие рекомендации по технике безопасности при обращении с фосгеном, лучшие промышленные практики и медицинские подходы.

Приложение 6. PFD схемы процесса.

Приложение 7. PFD схема с указанием материала трубопроводов (материал для оборудования, **КНИГА 14**).

Приложение 8. P&ID схемы процесса.

Приложение 9. Материальные потоки, тепловые балансы.

Приложение 10. Базовый проект на модульную установку производства фосгена 10.000 т/год «captive production». Руководство по эксплуатации.

Приложении 11. Потребление энергоносителей

Приложение 15. Перечень механического оборудования.

Приложение 16. Перечень и характеристики электродвигателей.

Приложение 18. Перечень трубопроводов.

По теме изоцианатов за истекший период выполнено:

«Создание технологических реплик и адаптация технологий ПИЦ и МДИ применительно к современным аналогам. Концептуальный анализ» <https://makston-engineering.ru/kontseptualnyy-proyekt-48>

«Производство МДИ 80.000 т/год. Мономерный МДИ и обогащенный изомерами (2,2+2,4) и 4,4, уретонимин изоцианатная композиция, низко, средне и высокофункциональный полимерный МДИ. Базовый проект, вариант 3 (сокращенный). Технологические решения, расчет оборудования» <https://makston-engineering.ru/bazovyy-proyekt-no19-new-2>

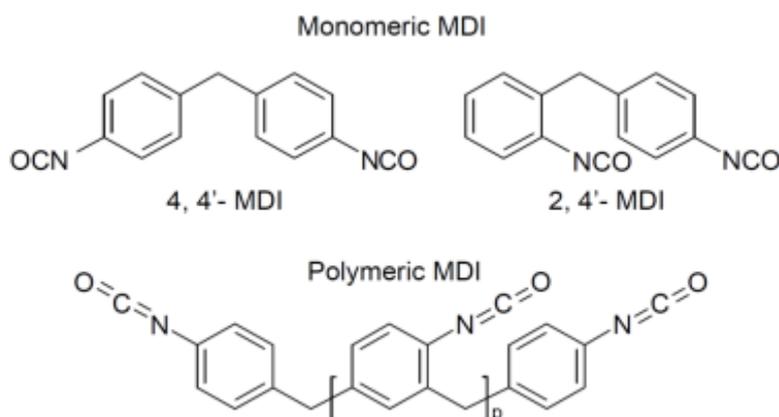
## КНИГА 1.

### 1. Основные проектные решения.

#### 1.1 Введение

Производные Полиизоцианата (ПИЦ) и метилendifенилдиизоцианат (МДИ) распределяются в объеме мирового рынка следующим образом:

- полимерный (или сырой) МДИ, т.е. ПИЦ до 60%
- чистый (мономерный) МДИ, 7-10%
- модифицированный мономерный МДИ, 16-20%
- модифицированный (низко, средне и высоко функциональный) ПИЦ 10-15%.



В мировой практике имеется достаточно много установок выпускающих ПИЦ, как конечный продукт, а не полуфабрикат для мономерного МДИ и что не менее важно **эти производства ПИЦ отсутствуют в реестрах производств МДИ.**

Один из примеров использования ПИЦ это замена мочевина или фенолформальдегидных смол при производстве древесно-стружечных плит (ДСП). Впервые ПИЦ был использован на рынке ДСП Германии в начале 1970-х годов и несмотря на существенную разницу в стоимости (см. прилагаемую таблицу) потребление ПИЦ в этой области неуклонно растет.

	name	abrev	cost* US\$/lb.	use	durability
interior	poly-vinyl-acetate	PVA	0.10	finger jointing	interior
	urea-formaldehyde	UF	0.30 – 0.37	PB/MDF	interior
	melamine- formaldehyde	MF	0.69 – 0.78	MDF/PB	lim. ext.
structural	phenol- formaldehyde	PF	0.32–0.52	LVL/OSB/MDF	exterior
	methylene-diphenol -diisocyanate	pMDI	0.93–1.06	OSB/MDF	exterior

В качестве основы для базового проекта (БП) для производства ПИЦ на мощность 40.000 т/год использовались технологии:

- ПИЦ технология НИИК, Россия. г. Дзержинск. ПО "Корунд", 20 т.т/год
- ПИЦ и МДИ технология НИИК, Украина. г. Днепродзержинск. ПО "Азот", 22 т.т/год
- ПИЦ и МДИ технология Dow Chemical, Италия/ г. Бриндизи. «EniChem», 80 т.т/год
- ПИЦ и МДИ технология Chematur Engineering AB, Иран. Mahshahr Special Petrochemical Economic Zone in Khuzestan, 40 т.т/год.

Параметры технологического режима и схемы регулирования в процессах НИИК, Dow Chemical, Chematur Engineering AB практически идентичны для следующих стадий:

- получения полиамина или диаминодифенилметана (DADPM) конденсацией анилина с формальдегидом в солянокислой среде с последующей перегруппировкой (изомеризацией) DADPM
- получения полиизоцианата (ПИЦ) фосгенированием DADPM
- очистки ПИЦ до товарного качества

Выделение МДИ из ПИЦ в процессах НИИК, Dow Chemical, Chematur Engineering AB отличаются между собой технологическим аппаратным оформлением.

Совместное использование процессов НИИК, Dow Chemical и Chematur Engineering AB позволили создать несколько реплик:

Для производства ПИЦ:

- периодического действия: 5.000, 10.000, 20.000 т/год
- непрерывного действия с мощностями кратными 40.000 или 80.000 т/год которые могут состоять из одной или нескольких линий.

Для производства МДИ:

- периодического действия: 15.000 и 20.000 т/год

- непрерывного действия с мощностями кратными 80.000 т/год которые могут состоять из одной или нескольких линий.

Технологические схемы улавливания различных абгазов и регенерации фосгена, хлорбензола, метанола и соляной кислоты различаются между собой в технологиях НИИК, Dow Chemical, Chematur Engineering AB очень существенно.

Увеличение мощностей производится кратно к указанным единичным. Основой успеха при создании технологических реплики является понимание того, что реплика всегда более эффективна, так как учитывает все минусы существовавшие по процессу и оборудованию в прошлой жизни, а тем более при сравнении и анализе трех технологий.

Исходная документация обрабатывается грамотными процесс-инженерами, используется инжиниринговый опыт, практики и знания компетентных поставщиков и консультантов для действующих объектов с близкими процессами. Симуляция процесса, в большинстве случаев, выполняется заново, как и опросные листы на оборудование.

Фактически, выполненный пакет базового инжиниринга созданного, как реплика является необходимым и достаточным условием для гарантий на процесс производства: ПИЦ – полиизоцианат, или сырой (полимерный) МДИ (ПМДИ), или *crude MDI, PMDI*. Содержание 2,4 и 4,4 – изомеров, не менее 55%, триизоцианатов, не более 25%, полиизоцианатов, не более 20%.

**Заказчик имеет полное право провести патентование, а при желании лицензирование процесса и ноу-хау для отдельного оборудования.**

## 1.2 Общая информация о проекте.

Основной целью БП для производства ПИЦ на мощность 40.000 т/год являлась выдача технологических решений и расчетов оборудования для промышленной установки по производству ПИЦ в непрерывном режиме (за исключением синтеза DADPM). Заказчик получил полную и актуальную информацию о преимуществах и недостатках периодических и непрерывных процессов. Заказчик получил исчерпывающие пояснения, что синтез DADPM всегда ведется реакторах периодического действия, что позволяет максимально точно производить подбор соотношений компонентов и облегчает ведение технологического режима.

Техническое задание (ТЗ) не предполагает фракционирование ПИЦ с выпуском мономерного МДИ и отдельных изомеров. Предусматривается выпуск двух марок товарного ПИЦ с различным содержанием 2,4 и 4.4 DADPM согласно стандарта приведенного в **КНИГЕ 3**. Использование получаемого ПИЦ ориентировано на собственное потребление.

### 1.2.1 Комплекс ПИЦ состоит из секций, блоков и установок:

*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/>

### 1.2.1.1 Секция 100. Хранение сырья, химикатов и готовой продукции:

- анилин технический, свежий. Секция 100. **D-119**, насос **G-116A,S**.
- анилин «влажный», рецикл. Секция 100. **D-121A,B**, насос **G-120A,B,S**.
- формалин технический 37% раствор. **Секция 100**. Резервуар **D-170**, насос **G-167A,S**.
- хлорбензол технический, свежий. Секция **100**. Резервуар **D-107A,B**, насос **G-109A,S**.
- хлорбензол рецикл. Секция **100**. Резервуар **D-107C** насос **G-109B,T**, при положительном анализе качества перекачка в резервуары **D-107A,B**
- кислота соляная 27-28%. Секция **100**. Резервуар **D-103A,B**, насос **G-103A,B**. Разбавление 33% соляной кислоты осуществляется деминерализованной водой из резервуара **D-1030A,B** от насоса **G-1030A,B**.
- полиизоцианат (ПИЦ). Секция **900**. Резервуар **D-929A,B,C**, насос **G-930A,B,C**.
- фенилизоцианат. Секция **400**. Емкость **D-422**, насос **G-432**.
- натр едкий 50% раствор. Секция **600**. **D-603**, насос **G-602A,S**.
- натр едкий 10% раствор. Секция **600**. **D-606A** насос **G-607A,S** и **D-606B** насос **G-607B,T**. Разбавление осуществляется деминерализованной водой из резервуара **D-1030A,B** от насоса **G-1030A,B**.
- метанол технический, 95% (товарный). Емкость **D-704**, насос **G-701A,S**.
- кислота соляная синтетическая техническая, 33% (товарная). Резервуар **D-170**, насос **G-167A,S**.
- хлор жидкий (вне границ БП)
- монооксид углерода (вне границ БП)
- натр едкий чешуированный (вне границ БП)
- водород технический (вне границ БП).

Согласно ТЗ **Секция 100** не входит в состав БП. Объемы и типы хранения сырья, химикатов, полуфабрикатов и готовой продукции для **Секций 200-900** определяются проектировщиком страны строительства на основании расходных показателей указанных в БП. Полные спецификации на сырье и продукцию представлены в **КНИГЕ 3**.

**1.2.1.2** Электролиз для производства хлора не предусматривается, используется хлор доставляемый в танк-контейнерах или вагон-цистернах со стороны.

**1.2.1.3** Блок испарения жидкого хлора включает в себя испаритель (проточный теплообменный аппарат) обогреваемый паровым конденсатом и компрессор подающий испаренный хлор на секцию генерации фосгена. Согласно ТЗ установка не входит в состав БП.

**1.2.1.4** Блочно-модульная установка производства монооксида углерода (CO) и водорода (H<sub>2</sub>) и генерацию водяного пара 15 бар в заводскую сеть. Используется процесс паровой конверсии метана  $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + 3\text{H}_2$ . Весь объем CO направляется на синтез фосгена, а водород на реализацию. Согласно ТЗ установка не входит в состав БП.

**1.2.1.5 Секция 200** получения DADPM конденсацией анилина с формальдегидом в солянокислой среде с последующей перегруппировкой (изомеризацией) DADPM.

**1.2.1.6 Секция 300** получения ПИЦ фосгенированием DADPM.

**1.2.1.7 Секция 400** очистки ПИЦ, рекуперации хлорбензола и фосгена, выделения фенилизоцианата.

**1.2.1.8 Секция 500** синтеза фосгена на основе оксида углерода и хлора  $\text{CO} + \text{Cl}_2 = \text{COCl}_2$ , катализатором является активированный уголь. Хранение фосгена не предусматривается «captive production». Получаемый фосген направляется в процесс через буферные емкости имеющими двойные стенки пространство между которыми постоянно вакуумируется. Все трубопроводы для транспортировки фосгена так же имеют двойные стенки при постоянном вакуумирование межтрубного пространства.

**1.2.1.9 Секция 600** нейтрализации абгазного хлороводорода и соляной кислоты, хранения едкого натра.

**1.2.1.10 Секция 700** рекуперации анилина и метанола из водных растворов нейтрализации реакционной массы при синтезе DADPM.

**1.2.1.11 Секция 800** обработки сточных вод процесса, согласно ТЗ не входит в состав БП.

**1.2.1.12 Секция 900** фракционирования ПИЦ с выделением чистого МДИ, согласно ТЗ не входит в состав БП.

**1.2.1.13** Объекты ОЗХ включают в себя:

- компримирование воздуха технического, осушку воздуха КиП, производство азота технического

- градирни и водооборота

- очистные сооружения

- производство деминерализованной воды

- производство захлажденной воды до +5°C

- рассольные холодильные установки до минус 20°C

- котельная высокотемпературного теплоносителя

А также следует смотреть п. 1.4 «Энергоресурсы».

Согласно ТЗ объекты ОЗХ не входят в состав БП, но **все потребности по энергоресурсам выдаются базовым проектировщиком.**

*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/>

1.2.2 Основным оборудованием в границах проектирования является:

**1.2.2.1 Секция 200** получения DADPM конденсацией анилина с формальдегидом в солянокислой среде с последующей перегруппировкой (изомеризацией) DADPM.

Реактора R-206A,B конденсации анилина с формальдегидом в солянокислой среде. Реактора работают в периодическом режиме.

Реактора R-207, 207N перегруппировки (изомеризации) DADPM. Реактора работают последовательно в постоянном режиме.

Нейтрализатор D-207 водного раствора реакционной массы при синтезе DADPM.

Стриппер C-201 отпарки DADPM от остатков анилина.

Скруббер C-203 водной отмывки паров хлороводорода и анилина.

**1.2.2.2 Секция 300** получения ПИЦ фосгенированием DADPM.

Колонна C-301 отпарки рециклового фосгена от хлороводорода

Реактор R-301 холодного фосгенирования DADPM.

Предреактор R-302 горячего фосгенирования DADPM.

Реактора R-303A,B горячего фосгенирования и разложения карбомилхлорида до ПИЦ. Реактора работают последовательно.

**1.2.2.3 Секция 400** очистки ПИЦ, рекуперации хлорбензола и фосгена, выделение фенилизоцианата.

Колонна C-404 дегазации ПИЦ от хлорбензола и фосгена.

Колонна C-403 концентрирования ПИЦ.

Колонна C-402 очистки ПИЦ до товарного качества.

Стриппер C-407 отпарки хлорбензола от фосгена.

Колонна C-401 очистки хлорбензола.

Абсорбер C-405 фосгена для очистки от хлороводорода.

Колонна C-406 выделения фенилизоцианата.

**1.2.2.4 Секция 500** синтеза фосгена на основе монооксида углерода и хлора.

Реактор трубчатый R-550 A,B,S синтеза фосгена, а также см. п.1.2.1.8

**1.2.2.5 Секция 600** нейтрализации абгазного хлороводорода и соляной кислоты, хранения едкого натра.

Абсорбер C-603 абгазного хлороводорода с получением соляной кислоты 33%.

Скруббер C-601 нейтрализации кислых газов с коллектора сдувок

Скруббер C-604 нейтрализации фосгенсодержащих газов с коллектора сдувок

Скруббер C-602A (аварийный) для нейтрализации абгазов сбрасываемых при авариях по коллектору SS.

*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/>

**Скруббер С-602В** резервный для Скруббера **С-602А**.

### **1.2.2.6 Секция 700** очистки сырого анилина и рекуперации метанола.

**Колонна С-701** разделения раствора хлорида натрия и анилино-метанольной смеси после нейтрализатора на **Секции 200**.

**Колонна С-702** разделения анилино-метанольной смеси после колонны **С-701**.

Функциональное назначение аппаратов в сокращенном виде представлено, **КНИГА 2**, а также при описании технологического процесса, **КНИГА 5**. Опросные листы на оборудование представлены, **КНИГА 14**.

## **1.3 Общие требования к проектированию**

**1.3.1** Все расчеты будут выполнены на эффективное рабочее время **8.000 часов/год** для промышленной установки по производству ПИЦ в непрерывном режиме (за исключением синтеза DADPM). Количество циклов для синтеза DADPM **////////// циклов**. Вся установка и все оборудование будет спроектировано, таким образом, чтобы количество непредвиденных остановок было минимизировано. Запас мощности при проектировании оборудования рассчитывается от 40.000 т/год, по каждому продукту, согласно ТЗ. По каждой статической единице оборудования учитываются коэффициенты для нормализации к стандартам, принятым в стране строительства и они не будут ниже указанного запаса.

**1.3.2** Проектировщик страны строительства помимо национальных норм и правил обязан руководствоваться, **Приложение 5**. «Общие рекомендации по технике безопасности при обращении с фосгеном, лучшие промышленные практики и медицинские подходы». Все отступления от **Приложения 5** согласуются с базовым проектировщиком.

**1.3.3** Расчетное давление для оборудования, работающего с давлением до 17.5 бар, устанавливается, как минимум на 10% выше максимального рабочего давления.

**1.3.4** Расчетное давление для оборудования, работающего с давлением выше 17.5 бар, устанавливается, как минимум на 10% выше максимального рабочего давления.

**1.3.5** Расчетное давление для оборудования, работающего под атмосферным давлением, устанавливается, не менее 3 бар.

**1.3.5.1** Оборудование, п. **1.3.3-1.3.5** должно быть рассчитано и на условия полного вакуума. Оборудование проектируется с минимальным количеством соединений, чтобы уменьшить количество потенциальных источников утечек.

**1.3.5.2** Испытание на плотность проводится с использованием тестов на проникновение красителя и утечку гелия.

**1.3.6** Расчетная температура для оборудования устанавливается, как минимум на 20°C выше максимальной рабочей температуры, но не менее температуры окружающего воздуха.

**1.3.7** Генератор фосгена поставляется в блочно-модульном исполнении, фосген выпускается, как «пленный» или «captive production» с учетом следующих факторов:

- выработка фосгена автоматически изменяется в зависимости от потребления в процессе, уменьшение (увеличение) выработки фосгена может изменяться в 15-20 раз и не сказывается на качестве и безопасности

- хранение фосгена полностью исключено

- запуск и остановка осуществляются в течение нескольких минут

- система поточного аналитического контроля и автоматизированная система управления гарантируют качество получаемого фосгена при расходных коэффициентах близких к стехиометрии.

- дополнительная очистка и осушка фосгена при потреблении на месте производства не требуется.

**1.3.8** Все трубопроводы фосгена выполняются с двойными стенками при постоянной циркуляции азота между ними. Детальный инжиниринг трубопроводов с двойными стенками согласовывается с базовым проектировщиком. Монтаж и изготовление выполняется квалифицированным производителем имеющим соответствующие сертификаты.

**1.3.9 Детализация по проектированию и монтажу модуля фосгена, Секция 500. Приложение 10.**

**1.3.10** Склады хранения жидкого хлора не предусматриваются. Объем жидкого хлора на максимально допустимое хранение в танк-контейнерах определяется согласно норм и правил страны строительства.

**1.3.11** Испарение жидкого хлора поставляется в блочно-модульном исполнении с учетом следующих факторов:

- подача жидкого хлора на испарение производится непосредственно из танк-контейнеров, буферная емкость не предусматривается

- объем ресивера испаренного хлора определяется параметрами устойчивой работы компрессора, подающего хлор на синтез фосгена, дополнительные объемы не предусмотрены.

**Внимание!** Все положения БП касающиеся хлора, фосгена и оксида углерода подлежат корректировке в документации стадии «Проект» выполняемой в стране строительства. Все отклонения от технологических решений должны быть согласованы с исполни-

телем БП, если эти отклонения влекут за собой изменения в технологических параметрах или снижают безопасность процесса.

**1.3.12** компоновка оборудования должна отвечать требованиям безопасности, удобству обслуживания при эксплуатации и ремонтах, минимально разумной длине трубопроводов и кабельных трасс.

**1.3.13** Все основное динамическое оборудование предусматривается с резервом.

**1.3.14** Для холодильников с использованием оборотной или захоложденной воды, а также рассолов используется байпасирование, что позволяет выводить оборудование в ремонт без остановки процесса.

**1.3.15** Для динамического оборудования используются только электродвигатели, применение паровых турбин не рассматривается.

**1.3.16** Толщина изоляции для оборудования указывается в опросных листах, в **КНИГАХ 14,15**. Для трубопроводов, **КНИГА 18** изоляция указывается только на наличие или отсутствие.

**1.3.17** Уточненные расчеты толщины изоляции для оборудования и полные расчеты для трубопроводов выполняются на стадии «Рабочая документация» выполняемой в стране строительства.

**1.3.18** Для управления технологическим процессом будет применена дистанционная система управления DCS.

**1.3.19** Окончательный механический расчет оборудования в соответствии с требованиями процесса указанные в документации базового проектирования входят в ответственность поставщика оборудования.

**1.3.20** Все емкости под давлением должны быть изготовлены в соответствии со стандартом EN 13445 или нормой ASME. Все емкости, работающие под атмосферным давлением или под давлением до 1 бар должны быть изготовлены в соответствии с API 650. Указанные стандарты приведены в п. 1.7. Изготовитель оборудования и проектировщик выполняющий стадию «Рабочая документация» руководствуется нормами страны строительства.

**1.3.19** Все оборудование, которое указывается в материальном исполнении из графита, сталей Hastelloy, Incoloy, титана, а также с использованием эмалевых покрытий должно изготавливаться квалифицированным производителем имеющим соответствующие сертификаты.

**1.3.20** Материал тарелок или насадки для колонного оборудования, указанный в базовом проекте, должен соблюдаться разработчиком внутренних устройств.

**1.3.21** Материал внутренних устройств реакторного и емкостного оборудования, указанный в базовом проекте, должен соблюдаться разработчиком внутренних устройств.

**1.3.21А** Расчет перемешивающих устройств должен выполняться квалифицированным производителем имеющим соответствующие сертификаты. Все исходные данные для расчета выдаются базовым проектировщиком.

**1.3.21В** Расчет насосов должен выполняться квалифицированным производителем имеющим соответствующие сертификаты. Все исходные данные для расчета выдаются базовым проектировщиком. Используются только герметичные насосы или имеющие магнитные муфты.

**1.3.21С** Расчет трубчатых реакторов должен выполняться квалифицированным производителем имеющим соответствующие сертификаты. Все исходные данные для расчета выдаются базовым проектировщиком.

**1.3.22** Все материалы для оборудования указаны в технологических опросных листах, **КНИГА 14** и обобщены в **КНИГЕ 15**, а также в **КНИГЕ 7** на диаграмме материалов (PFD схема с указанием материала оборудования). Указанные материалы должны использоваться изготовителем оборудования и проектировщиком детального инжиниринга в качестве справочника для определения окончательной спецификации материалов.

**1.3.23** Определение итоговых марок материала входят в ответственность проектировщика детального инжиниринга и поставщика оборудования. Все отклонения, по выбору материала, от технологических опросных листов **КНИГА 14** должны быть согласованы с исполнителем БП, если эти отклонения влекут за собой изменения в технологических параметрах или снижают безопасность процесса.

**1.3.24** Итоговые тепло-гидравлические расчеты для теплообменников, колонн, реакторов указаны в технологических опросных листах, **КНИГА 14** и обобщены в **КНИГЕ 15**. Указанные расчеты должны использоваться изготовителем теплообменников, АВО, колонн и реакторов, а также проектировщиком детального инжиниринга в качестве справочника для определения окончательной нормализации оборудования.

**1.3.25** Детальные тепло-гидравлические расчеты для теплообменников, колонн и реакторов используемый для нормализации входят в ответственность изготовителя оборудования. Все отклонения, по тепло-гидравлическим расчетам, от технологических опросных листов, **КНИГА 14** должны быть согласованы с исполнителем БП, если эти отклонения влекут за собой изменения в технологических параметрах или снижают безопасность процесса.

**1.3.26** Диаметры штуцеров под приборы КиП, а также их расположение на оборудовании в технологических опросных листах, **КНИГА 14** показываються в номинальных  
*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/>

размерах, так как в конечном итоге определяются: типом приборов КИП, требованиями по расположению внутренних устройства в аппарате.

**1.3.26.1** Импульсные трубки, мембраны, гильзы, уплотнительные кольца подбираются из материала устойчивого к воздействию фосгена и сопутствующих продуктов.

**1.3.26.2** Прокладки, уплотнения из ПТФЭ адсорбируют фосген и полная дегазация, т.е. обеззараживание невозможна. Утилизация материалов из ПТФЭ должна производиться в пределах секции ремонта КиП.

**1.3.27** Перечень сигнализация и блокировок для объектов, входящих в базовый проект составляется на стадии «Проект» выполняемом в стране строительства. Основой для перечня сигнализаций и блокировок является:

- основные принципы регулирования технологическим процессом, **КНИГА 4**
- описание технологического процесса, **КНИГА 5**
- P&ID схема процесса, **КНИГА 8.**

Все без исключения отклонения от сигнализаций и блокировок, указанных в **КНИГАХ 4, 5 и 8** должны быть согласованы с исполнителем БП.

**1.3.28** Трубопроводы и детали трубопроводов. В объем БП не входят следующие пункты, которые выполняются на стадии «Проект» в стране строительства.

- расчет сбросов ППК на факел или на санитарную колонну
- расчет предохранительных клапанов
- спецификация предохранительных клапанов
- выбор типа теплоносителя для обогрева трубопроводов
- расстановка и тип отсекаелей используемые для разделения на аварийные блоки в соответствии с нормами и правилами страны строительства (отсекающие клапана, которые используются по технологическому алгоритму и для минимизации рисков показываются в БП на PID схемах)

В объем сокращенного БП не входят следующие пункты, которые выполняются на стадии «Рабочая документация» в стране строительства.

- изометрические чертежи трубопроводов, расположение воздушников и дренажей
- расчет термического расширения и напряжения
- спецификация материалов трубопроводов, запорной арматуры и. т.д.
- спецификации приборов КиП
- соединительных элементов приборов КиП: бобышки, термокарманы и т.д.
- линии воздуха КиП к приборам, топливо на горелки, вода охлаждающая на пробоотборники и т.д.

**1.3.29** Утилизация твердых отходов (чистка фильтров, шламы, смолистые вещества и т.д.) не входит в состав БП. Эти отходы указываются в таблице по количеству, по месту образования и по рекомендуемому способу утилизации.

**1.3.30** Утилизация жидких отходов не входит в состав БП. Эти отходы указываются в таблице по количеству, по месту образования с пометкой «на очистные сооружения».

#### **1.4 Энергоресурсы**

**1.4.1** Водяной пар низкого среднего и высокого давления от заводской сети.

**1.4.2** Паровой конденсат образующийся при использовании водяного пара возвращается в заводскую сеть.

**1.4.3** Вода оборотная от собственных градирен в составе нового ОЗХ для комплекса ПИЦ.

**1.4.4** Вода деминерализованная от собственной установки в составе нового ОЗХ для комплекса ПИЦ.

**1.4.5** Вода захлажденная от собственной установки в составе нового ОЗХ для комплекса ПИЦ.

**1.4.6** Рассольные холодильные установки в составе нового ОЗХ для комплекса ПИЦ.

**1.4.7** Воздух КиП, Воздух технический, Азот технический от заводской сети.

**1.4.8** Электроэнергия от электрических подстанций производства //.

**1.4.9** Природный газ. Потребление не предусматривается.

**1.4.10** Высокотемпературный теплоноситель от собственной котельной в составе нового ОЗХ для комплекса ПИЦ.

Согласно ТЗ объекты ОЗХ не входят в состав БП, но **все потребности по энергоресурсам выдаются базовым проектировщиком.**

#### **1.5 Аварийные сбросы.**

Сбросы при срабатывании ППК, направляются на санитарные колонны и после нейтрализации вредных веществ инерты сбрасываются в атмосферу.

Расчет ППК производился по программе PRV. Программа постоянно обновляется. При расчетах принимались следующие поправки и ограничения:

- EF изменяется от 1.0 до 0.3 и зависит от типа и надежности крепления изоляции.

Максимальное значение 1.0 принимается для оборудования без изоляции. Для оборудования по данному проекту принята изоляция обычного типа EF = 0.6

- Prompt Fire-Fighting Efforts and Adequate. Drainage Exists для жидких продуктов.

Фактор принимается, как надежный, если имеется аварийное опорожнение, автоматически.

*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.*

ское пожаротушение, разработаны мероприятия по ликвидации аварийной ситуации. Фактор принимался, как достоверно компенсируемый проектными решениями по аварийному освобождению.

- Prompt Fire-Fighting Efforts and Adequate. Drainage Exists для газовых продуктов. Фактор принимается, как надежный, если имеется изоляция, автоматическое пожаротушение, разработаны мероприятия по ликвидации аварийной ситуации.

- Calculate Fire Sizing Factor температура открытия ППК рассчитывалась исходя из температуры стенки сосуда при пожаре 600°C

#### 1.5.1 Расчеты максимальных и номинальных сбросов от ППК:

Исходные данные для расчетов приведены в **Приложении 2** и включают в себя:

- позиция аппарата
- геометрические размеры аппарата, м
- объем, м<sup>3</sup>
- площадь смоченной поверхности, м<sup>2</sup>
- давление рабочее, бар
- давление срабатывания ППК, бар
- температура для расчета плотности при открытии ППК, °C
- теплота парообразования для жидких продуктов, кДж/кг
- максимальный поток при сбросе ППК, кг/час, по программе PRV
- нормальный поток при сбросе ППК, кг/час, по программе PRV
- эффективная площадь проходного сечения, мм<sup>2</sup>, по программе PRV

#### 1.5.2 Расчеты плотности продуктов при сбросе после ППК, выбор ППК:

Исходные данные для расчетов приведены в **Приложении 3** и включают в себя:

- позиция аппарата и позиция ППК
- молекулярный вес продукта
- плотность продукта при срабатывании ППК, кг/м<sup>3</sup>
- максимальный поток при сбросе ППК, кг/час
- максимальный поток при сбросе ППК, м<sup>3</sup>/час
- номер потока
- давление рабочее, бар
- давление срабатывания ППК, бар
- номинальный диаметр входного и выходного патрубков ППК, мм, при номинальном давлении, бар
- эффективная площадь сечения клапанов для газа, мм<sup>2</sup>, не менее

**1.5.3** Расчеты диаметров трубопроводов сбросов от ППК и линий дыхания аппаратов в коллектора различного назначения. Исходные данные для расчета приведены в **Приложении 4**.

Принципиальная схема сбросов в коллектора:

AS – коллектор абгазов анилин содержащих

SV – коллектор абгазов МСВ фосгенсодержащих

FS – коллектор абгазов хлороводорода

SS – коллектор сбросов при аварийных ситуациях

Показана на **Схеме 1**.

**Схема 1.**

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

**1.6** Климатические условия.

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

**1.7** Стандарты и нормы. Единицы измерения. (Стандарты уточняются по процессам, приводятся к нормам и правилам страны строительства).

№	Оборудование/Системы	Стандарт
1	Сосуды, работающие под давлением	Международные стандарты: AD2000 / EN 13445, ASME, а также: Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением" и Технический регламент Таможенного Союза "О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением" (ТР ТС 032/2013).
2	Кожухотрубчатые теплообменные аппараты	Международные стандарты: AD2000 / EN 13445, ASME, а также: Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением"
3	Материалы	Международные стандарты: ASME или EN, а также: СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений; СП 16.13330.2017 Стальные конструкции; СП 53-102-2004; СНиП 3.03.01-87; СП 24.13330.2011
4	Трубопроводы	Международные стандарты: ASME или EN, а также: Руководство по безопасности "Рекомендации по устройст-

№	Оборудование/Системы	Стандарт
		ву и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов"
5	Электрические системы	Международные стандарты: CEI/IEC, VDE/IEC, ISO, а также: Правила устройства электроустановок 6 и 7 издание.
6	КИП	ISA (MAC)/IEC/ATEX, <b>ГОСТ 21.408-2013, ГОСТ 21.208-2013.</b>
7	Механическое оборудование	API или стандарт изготовителя, ISO 2858, ISO 5199
8	Изоляция	СП 61.13330.2012 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов
9	Уровень шума	Руководство МФК по охране окружающей среды, Здоровья и труда (IFC EHS Guidelines), а также: СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки; СП 51.13330.2011 Защита от шума. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности - ИУС 9-2015
10	Безопасность	Директивы ЕС 94/9/ЕС (ATEX), а также: - Федеральный закон 116-ФЗ О промышленной безопасности опасных производственных объектов; - Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности нефтегазоперерабатывающих производств"; - Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств" - Федеральный закон 69-ФЗ О пожарной безопасности; - Федеральный закон 123-ФЗ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности; - СП 155.13130.2014 Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности; - НПБ 110-03 Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией; - НПБ 88-2001 Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования; - Федеральный закон 123-ФЗ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности;

№	Оборудование/Системы	Стандарт
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- СП 2.2.1.1312-03 Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий;</li> <li>- СП 2.2.2.1327-03 Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту</li> <li>- СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования;</li> <li>- СП 6.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности;</li> <li>- СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности;</li> <li>- СП 43.13330.2012 Сооружения промышленных предприятий;</li> <li>- СП 56.13330.2011. Производственные здания.</li> </ul>
11	Единицы измерения	Международная система единиц (СИ)

## КНИГА 2.

### 2. Принципиальное описание процесса. VFD схема и границы проектирования. Используемое сырье

#### 2.1 Принципиальные положения технологического процесса.

Целью данной главы является согласование всех принципиальных аспектов, которые необходимы для единого понимания технологического процесса Заказчиком и Исполнителем. Исключение разногласий в границах проектирования, а также двойственной трактовки **Раздела 1.2 Общая информация о проекте.**

- понимание, что работа с фосгеном не снижает потенциальной опасности при любом объеме выпуска продукции

- понимание, что хранение полиизоцианатов требует определенных условий, в том числе и промежуточное в буферных емкостях

- фосген немедленно расходуется на фосгенирование и никогда не хранится

- на предприятии по производству фосгена необходима подробная и строгая система управления безопасностью (SMS), Safety Management System, **Приложение 5** «Общие рекомендации по технике безопасности при обращении с фосгеном, лучшие промышленные практики и медицинские подходы»

- процедуры, инструкции и методы работы с фосгеном должны разрабатываться в сотрудничестве с людьми, которые обязаны им следовать и должны быть изложены в понятной для них форме

- система управления безопасностью должна соответствовать национальным и местным требованиям быть однозначной в терминах и применяемая на практике

- система мониторинга опирается на детекторы фосгена установленные по всей установке и подающие звуковую и оптическую сигнализацию, при ее срабатывании:

- все проверки после нового строительства выполняются только собственным эксплуатационным персоналом

**Детализация по мерам безопасности при эксплуатации модуля фосгена, Секция 500. Приложение 10.**

#### 2.2 Используемое сырье, получаемые полуфабрикаты и готовая продукция

В данной главе указано сырье, вспомогательные материалы и готовая продукция, которые использовались в моделировании материальных и тепловых потоков. Полные спецификации представлены в **КНИГЕ 3.**

##### 2.2.1 Сырье и вспомогательные материалы

- анилин технический

*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/>

- формалин технический 37% раствор
- хлорбензол технический
- хлор жидкий
- монооксид углерода
- натр едкий 50% раствор
- натр едкий чешуированный

### 2.2.2 Готовая продукция

- полиизоцианат (ПИЦ)
- фенилизоцианат
- метанол технический 95% раствор
- кислота соляная синтетическая техническая, 33%
- водород технический (с блока синтеза СО)

### 2.3 Принципиальное описание процесса по секциям.

Принципиальное описание предназначено исключительно для общего понимания процесса и обоснования границ проектирования и никак не подменяет собой **КНИГУ 5**.

**2.3.1 Секции 100** хранение сырья, химикатов и готовой продукции не входит в состав БП. см. п. 1.2.1.1, п. 2.2.1 и п. 2.2.2.

**2.3.2 Секция 200** получения DADPM конденсацией анилина с формальдегидом в солянокислой среде с последующей перегруппировкой (изомеризацией) DADPM.

**2.3.2.1** Для выпуска качественного DADPM загрузка реакторов конденсации сырьевыми компонентами производится через мерные емкости и расходомеры в следующей последовательности:

- «влажный» рецикловый анилин от Секции **100** из резервуаров хранения **D-121A,B** насосом **G-120A,B,S** подается в мерную емкость **D-232N** и далее через расходомеры 200-FIC232A,B и регулирующие клапана 200-FV232A,B в реактора

- свежий анилин от Секции **100** из резервуаров хранения **D-119A,B** насосом **G-116A,S** подается в мерную емкость **D-204N** и далее через расходомеры 200-FIC204A,B и регулирующие клапана 200-FV204A,B в реактора

- кислота соляная 27-28% от Секция **100** из резервуаров хранения **D-103A,B**, насосом **G-103A,B** подается в мерную емкость **D-203N** и далее через расходомеры 200-FIC203A,B и регулирующие клапаны 200-FV203A,B в реактора

- вода деминерализованная от Секция **100** из резервуаров хранения **D-1030A,B**, насосом **G-1030A,B** подается через расходомер 200-FIC203C и регулирующий клапан

200-FV203C в реактора. Подача производится только в тех случаях если концентрация соляной кислоты была нарушена.

- формалин от Секция **100** из резервуара хранения **D-170**, насосом **G-167A,S** подается в мерные емкости **D-202A,B** и далее через расходомеры 200-FIC202A,B в реактора, скорость подачи формалина в реактора лимитируется регулируемыми клапанами 200-FV202A,B по температуре реакционной смеси на выходе из реакторов, датчики установлены на линиях циркуляции. Мерные емкости формалина обогреваются паром низкого давления.

В зависимости от соотношения загружаемых компонентов на синтез, получается DADPM марки «А» с содержанием **//////////** в пределах **//////** или DADPM марки «Б» с содержанием **//////////** в пределах **//////** Мольное соотношение основных компонентов составляют:

Для DADPM марки «А» - анилин: формальдегид **//////////**

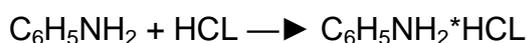
Для DADPM марки «Б» - анилин: формальдегид **//////////**

Соляная кислота, используемая в качестве катализатора берется в соотношении **//////////** для получения полиамина обеих марок.

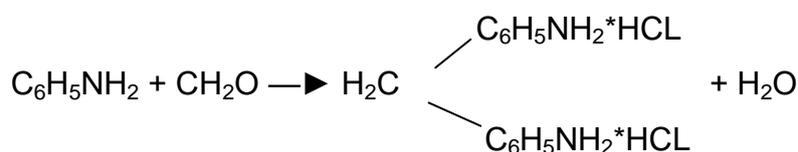
После ввода указанных параметров задачник **//////////** и выдает на экране DCS характеристики получаемого DADPM.

**2.3.2.2** Синтез DADPM является двухстадийным. Первая стадия конденсации проводится в параллельно работающих реакторах **R-206A,B** периодического действия. Вторая стадия изомеризации (перегруппировки) проводится в последовательно работающих реакторах **R-207, 207N** непрерывного действия.

Взаимодействие анилина с соляной кислотой с образованием солянокислого анилина:



Взаимодействие формальдегида с солянокислым анилином с образованием DADPM:

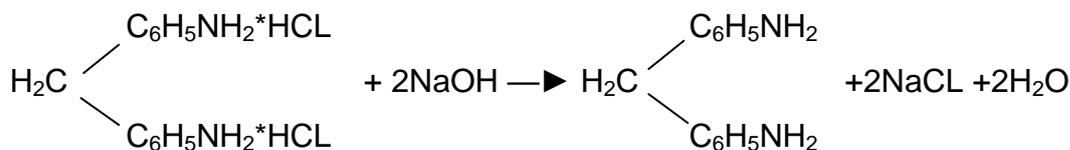


Обе реакции экзотермические повышение температуры **//////////**

Именно поэтому процесс разделяется на две стадии:

- низкотемпературная с неполной конверсией DADPM, **но //////////**
- высокотемпературная для завершения **//////////**.

Нейтрализация реакционной массы после реакторов **R-207, 207N** изомеризации (перегруппировки) проводится в нейтрализаторе **D-207** в качестве нейтрализующего агента используется раствор едкого натра:



Аналогично идет реакция с выделением не прореагировавшего анилина:



Если нейтрализация прошла не полностью, то увеличивается //////////.

Среда после нейтрализации щелочная и остаток едкого натра не менее ////////// мг/л.

**2.3.2.3 Реактора R-206A,B синтеза DADPM.** Дозирование сырьевых компонентов см. п.2.3.2.1. Циркуляцию реакционной массы осуществляют насосом **G-202A,B** через ////////// при появлении минимального уровня в реакторе, по мере роста уровня включается мешалка. Работа реакторов налаживается таким образом, //////////. Реактора имеют //////////.

Параметры работы реакторов конденсации //////////, время пребывания лимитируется ////////// для исключения завышения температуры в реакторе.

Абгазы поступают на водяной холодильник **E-202S** конденсат сливается в буферную емкость **D-241**, а не сконденсировавшиеся продукты подаются в коллектор AS.

По окончании дозирования ////////// температуры не более //////////°C реакционная смесь из реакторов сливается в //////////. Абгазы поступают на водяной холодильник **E-202S** конденсат сливается в //////////, а не сконденсировавшиеся продукты подаются в коллектор AS.

В буферную емкость **D-241** предусмотрен прием продуктов:

- от насоса **G-205S** из ////////// предназначенной для аварийного опорожнения нейтрализатора **D-207**

- от насоса **G-245A,S** кубового продукта ////////// содержащего соляную кислоту, анилин и очень незначительные количества метанола

- от насоса **G-246** из ////////// конденсата унесенной влаги из отработанных газов с верха скруббера **C-203**

Реакция конденсации не идет до конца в реакторах **R-206A,B**, поэтому реакционная масса из ////////// перекачивается насосом **G-240A,S** в реактора перегруппировки **R-207,207N**.

**2.3.2.4 Реактора R-207,207N перегруппировки (изомеризации) DADPM.** Реакционная масса из ////////// перекачивается насосом **G-240A,S** через паровой подогреватель

*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/>

**E-240** обогреваемый паром низкого давления в реактора перегруппировки **R-207,207N** работающих последовательно. Реактора имеют //.

Параметры работы реакторов перегруппировки //, время пребывания // минут.

Время пребывания реакционной смеси в реакторах регулируется //, а так же регулированием расхода //.

**2.3.2.5 Нейтрализатор D-207.** Реакционная смесь от реакторов **R-207,207N** подается // в нейтрализатор **D-207** через //. Для нейтрализации солянокислой среды подается 50% раствор едкого натра от секции **600** из резервуара **D-603** насосом **G-602A,S**. Подача производится как //.

Перемешивание в нейтрализаторе осуществляется мешалкой, дополнительная циркуляция от насоса **G-241A,S** производится если //.

Параметры работы нейтрализатора //, время пребывания // минут.

Абгазы из нейтрализатора **D-207** поступают на АВО **E-203** и после частичной конденсации жидкая фаза сливается //, а не сконденсировавшиеся продукты поступают в коллектор AS.

Реакционная масса после нейтрализации подается насосом **G-241A,S** в //. Аварийное опорожнение нейтрализатора производится в емкость **D-223** самотеком.

**2.3.2.6 Сепаратор реакционной смеси D-242. Буферные емкости D-209A,B и D-210.** Реакционная масса после нейтрализации подается //. Время // не менее // минут.

Абгазы из сепаратора **D-242** поступают на //, а не сконденсировавшиеся продукты поступают в коллектор AS.

Нижний слой (далее раствор) из //, состоящий из раствора хлорида натрия, метанола, щелочи, очень небольших количеств анилина и DADPM //. При удовлетворительном анализе на минимальное содержание остаточного DADPM // на Секцию **700** очистки сырого анилина и рекуперации метанола. В случае неудовлетворительного анализа на содержание DADPM //.

В емкость **D-209B** предусмотрен прием от Секции **700** из сепаратора **D-708** воды с содержанием метанола до 1.5% и анилина до 4.5%. Каждый из насосов **G-203A,S** или **G-222A,S** имеет возможность вести перекачку между емкостями **D-209A,B**.

Верхний слой // (далее сырец DADPM) состоящий из DADPM, анилина и очень небольших количеств раствора хлорида натрия, метанола и щелочи // на отпарку DADPM от остатков анилина в стриппере **C-201**.

Абгазы от // через каплеотбойники поступают в коллектор AS.

*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/>

**2.3.2.5 Стриппер С-201 отпарки DADPM от остатков анилина.** Сырец DADPM **////////////////////** подается через **////////////////////** на промывку от солей и остатков метанола в шнековый промыватель **P-204N**. Насосом **G-215A,S** из резервуара **D-224** на шнековый промыватель от Секции **700** подается кубовый продукт колонны **C-702** разделения анилино-метанольной смеси. По составу кубовый продукт представляет собой водный слой содержащий не более 4% анилина и 1% метанола. Шнековый промыватель обогревается паром низкого давления через наружный змеевик. После **P-204N** сырец DADPM сливается в емкость **D-212** обогреваемую паром низкого давления.

Абгазы от **D-219** через каплеотбойник **D-233** сбрасываются в коллектор AS, в этот же коллектор сбрасываются абгазы от **P-204N** и **D-212**.

Сырец DADPM **////////////////////** через рекуператор **E-204** обогреваемый **////////////////////** и через подогреватель **////////////////////** в верхнюю часть стриппера **C-201**.

Параметры работы стриппера по кубу **////////////////////** и по верху **////////////////////** **////////////////////** в средней части колонны между нижней и средней секциями насадки.

Стриппер **C-201** имеет **////////////////////** организован отбор жидкого продукта состоящий на 95% из DADPM, который **////////////////////**, как теплоноситель и орошение **////////////////////**.

**////////////////////** предусмотрена подача азота предварительно подогреваемого **////////////////////**. Подача горячего азота обеспечивает дополнительную отдувку остаточного анилина из DADPM.

Верх колонны имеет **////////////////////** разделена полу глухой тарелкой.

Кубовым продуктом является DADPM содержащий н/б **////////////////////**. анилина. Продуктом верха являются водно-анилиновые пары с содержанием метанола н/б **////////////////////**. и содержанием DADPM н/б **////////////////////**.

Кубовый продукт **////////////////////** для отбора проб **D-213A,B** обогреваемую паром низкого давления. При положительном результате анализа **////////////////////** DADPM откачивается насосом **G-205A,S** резервуар хранения DADPM **D-216** обогреваемый паром низкого давления, при отрицательном качестве продукт **////////////////////**. Температура хранения DADPM в резервуаре **D-216** не менее **////////////////////**.

Пары с верха колонны **////////////////////** в сепаратор **D-708**, который расположен на секции **700** очистки сырого анилина и рекуперации метанола.

Абгазы от сепаратора **D-208**, емкостей **D-213A,B, 216** через каплеотбойники поступают в коллектор AS.

Все трубопроводы DADPM имеют паровой обогрев.

*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/>

**2.3.2.6 Скруббер С-203 водная отмывка паров хлороводорода и анилина.** Пары из коллектора AS подаются **//////////**, пары хлороводорода из резервуаров хранения **D-203А,В** 30% соляной кислоты **поступают //**. Скруббер орошается водой процесса, с содержанием **анилина до //%% масс. и метанола до //%% масс.**

Параметры работы скруббера **по кубу //** и **по верху //**.

Отработанные газы сверху скруббера **С-203** состоящие из азота и унесенной влаги подаются в атмосферу через свечу рассеяния, скапливающийся конденсат сливается в емкость **D-244** и по мере накопления откачивается насосом **G-246** в буферную емкость **D-241**, предназначенную **для приема //**.

Вода с куба скруббера содержащая соляную кислоту, анилин и очень незначительные количества метанола подается насосом **G-245А,С** **в //**.

### **2.3.3 Секция 300 получения полиизоцианата (ПИЦ) фосгенированием DADPM.**

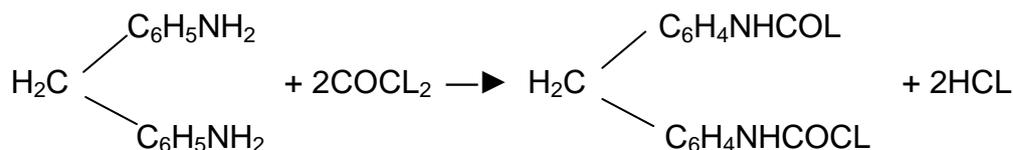
**2.3.3.1** Для выпуска качественного DADPM загрузка реактора «холодного» фосгенирования **R-301** сырьевыми компонентами производится через расходомеры. Базовым компонентом для расчета является **//////////**. Задания по расходу свежего DADPM в реактор устанавливается в зависимости от программы выпуска ПИЦ с **коррекцией //**. Задание по расходу на системный блок 300-FIC7301 передается регулируемому клапану 300-FV7301 установленному на линии нагнетания насоса **G-207А,С**. В зависимости от количества дозируемого DADPM системный блок 300-УК7300\* подает управляющий сигнал на приборы, учитывающие дозирование фосгена и монохлорбензола:

- свежий фосген от буферных емкостей **D-505А,В,С** по перепаду давления через расходомер 300-FIC7309 и регулирующий клапан 300-FV7309
- хлорбензол технический свежий и рецикл от Секции **100** из резервуаров **D-107А,В** насосом **G-109А,С** через расходомер 300-FIC7310 и регулирующий клапан 300-FV7310
- пары фосгена **рецикла //** по перепаду давления через расходомер 400-FIC7403
- пары фосгена **рецикла //** по перепаду давления через расходомер 300-FIC7303

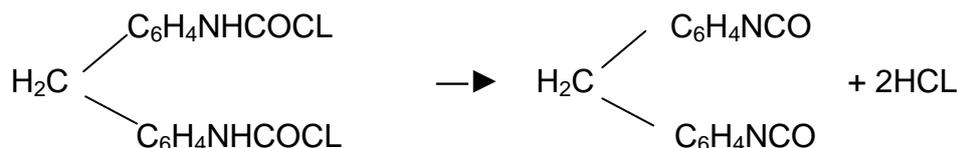
Подача свежего фосгена, т.е. нагрузка на блоки генерации фосгена **осуществляется //**.

**2.3.3.2 Синтез ПИЦ** проводится в среде нейтрального МСВ по двух стадийному фосгенированию DADPM. Первая стадия (холодное фосгенирование) с образованием

карбамоилхлорида и хлористого водорода проводится в реакторе **R-301**. Реакция экзотермическая.



Вторая стадия (горячее фосгенирование) с разложением карбамоилхлорида до полиизоцианата и хлористого водорода проводится в пред реакторе **R-302** и реакторах **R-303A,B**. Реакция эндотермическая.



**2.3.3.3 Дозирование и смешение MCB и DADPM.** MCB со склада из резервуаров **D-107A,B** подается насосом **G-109A,S** на смеситель **Z-301** ///, обогреваемый кубовым продуктом колонны **C-401** /// обогреваемый паром низкого давления. На смеситель **Z-301** помимо MCB подается поток /// с температурой ///. Температура потока MCB и DADPM после смесителя **Z-301** ///, поэтому регулирование температуры MCB производится с коррекцией на это значение. Соотношение MCB: DADPM: составляет ///.

**2.3.3.4 Холодное фосгенирование DADPM в реакторе R-301** оборудованном мешалкой. На реактор подаются два потока по независимым линиям:

- MCB и DADPM после смесителя **Z-301** с температурой н/б ///
- фосген от насоса **G-301A,S** с температурой ///.

Соотношение (MCB+DADPM): фосген составляет ///.

Параметры работы реактора «холодного» фосгенирования ///, время пребывания /// минут.

Для поддержания температуры реакции ///. Регулирование давления в реакторе н/б /// из фосгена и хлороводорода. /// имеющий рассольное охлаждение, где и охлаждается до 35°C. Парожидкостная смесь из **E-303A** поступает в сепаратор **D-307A** конденсат сливается в ///, а не сконденсировавшихся продукты направляются на конденсатор **E-303** имеющий рассольное охлаждение, совместно с абгазами из колонны **C-301**. Парожидкостная смесь после /// захлаживается до минус 20°C и возвращаются ///.

**2.3.3.5 Горячее фосгенирование DADPM в предреакторе R-302** оборудованном мешалкой. Реакционная смесь из реактора **R-301** подается в реактор **R-302** с **//////////**.

Параметры работы пред реактора «горячего» фосгенирования **//////////** бар, время пребывания **//////////** минут.

Для поддержания температуры реакции **//////////**. Регулирование давления в реакторе **//////////** на конденсатор **E-303** имеющий рассольное охлаждение, где и охлаждается до минус 20°C. Парожидкостная смесь из **E-303** поступает в сепаратор **D-307**.

**2.3.3.6 Горячее фосгенирование DADPM в последовательных реакторах R-303A,B** оборудованных мешалками. Реакционная смесь из реактора **R-302** подается **//////////** в верхней части реакторов.

Параметры работы реакторов «горячего» фосгенирования **//////////**, время пребывания **//////////** минут в каждом из реакторов.

Для поддержания температуры реакции **//////////°C** **//////////** бар производится **//////////** на конденсатор **E-303** имеющий рассольное охлаждение, где и охлаждается до минус 20°C. **//////////** может направляться в приемную емкость разбавленного ПИЦ-сырца **D-410** расположенную на **Секции 400**, жидкая составляющая продолжит движение по технологической схеме **Секции 400**, а газовая возвращается на **E-301**.

Реакционная смесь **//////////** в приемную емкость разбавленного ПИЦ-сырца **D-410** расположенную на **Секции 400**.

**2.3.3.7 Колонна C-301 отпарки рециклового фосгена от хлороводорода.** Рецикловые пары фосгена **//////////** с температурой **//////////** они и являются отпарным агентом.

Рецикловые пары фосгена от реакторов **R-302,306A,B** захлаживаются рассолом **//////////°C** и по перепаду давления поступают в сепаратор **D-307**. Сепаратор расположен выше колонны **C-301** **//////////** н/б 3% масс. хлороводорода сливается **//////////**. Паровая фаза из сепаратора, состоящая из хлороводорода и фосгена в соотношении 60/40 масс.% направляется на Секцию **400** **//////////** и далее по схеме. При нарушении баланса фосгенового рецикла, что фиксируется по завышению уровня в сепараторе **D-307**, жидкая фаза может быть направлена **//////////**.

Содержание хлороводорода в рецикловом фосгене не превышает **//////////**.

Свежий жидкий фосген **//////////** с температурой минус 15°C **//////////** на верх колонны **C-301**.

Параметры работы колонны по кубу // и по верху //.

Пары фосгена с верха колонны с температурой // содержащие // хлороводорода по перепаду давления подаются на АВО **E-301**, а не сконденсировавшихся продукты направляются на конденсатор **E-303** //.

Кубовый продукт колонны – жидкий фосген с содержанием хлороводорода не более 0.015% масс. с температурой //°С подается насосом **G-301A,S** //.

### 2.3.4 Секция 400 очистки ПИЦ, рекуперации хлорбензола и фосгена, выделения фенилизоцианата.

2.3.4.1 Приемная емкость **D-410** разбавленного ПИЦ-сырца предназначена для усреднения следующих потоков:

- реакционная смесь после реактора **R-303B** состоящая из //
- конденсат после АВО **E-301** состоящая из //
- с конденсированные пары верха колоны **C-406** и бокового погона колонны // состоящие //.
- пары хлороводорода поступают по линии дыхания буферной емкости **D-405** в незначительных количествах.

Емкость **D-410** работает под давлением // при температуре //. Паровая фаза конденсируется на АВО **E-415** и сливается // кубовый продукт колонны **C-405** (//). Емкость обогревается паром низкого давления.

Конденсат из емкости **D-409** подается насосом **G-410A** в приемную емкость разбавленного ПИЦ-сырца **D-405** и на циркуляцию в **D-409**. // в емкости **D-409** // коллектор абгазов МСВ фосгенсодержащих (SV) через сепаратор **D-430**.

2.3.4.2 Колонна **C-404** отгонка хлорбензола и фосгена от ПИЦ-сырца. ПИЦ-сырец из емкости **D-410** перекачивается насосом **G-406A,S** в // часть колонны **C-404** через //. Под нижнюю тарелку подается // насосом **G-410B**. На орошение колонны подается // насосом **G-410A,S**. Жидкая фаза с первой нижней тарелки по перепаду давления отправляется в приемную емкость **D-410** разбавленного ПИЦ-сырца (отбор //).

Параметры работы колонны по кубу // и по верху // бар.

Пары с верха колонны **C-404** // подаются под слой насадки //.

Кубовый продукт колонны **C-404** содержащий ПИЦ // масс. // подается в буферную емкость **D-420** и далее через // в колонну **C-403** концентрирования ПИЦ.

### 2.3.4.3 Колонна С-403 концентрирования ПИЦ. Кубовый продукт колонны С-404

//////////////////// в колонну С-403 концентрирования ПИЦ под //////////////////////.

Параметры работы колонны по кубу ////////////////////// и по верху //////////////////////.

Пары ////////////////////// конденсируются на АВО Е-410. Конденсат сливается в емкость Д-451 далее ////////////////////// насосом G-410A,S с температурой //////////////////////°С ////////////////////// балансовые количества МСВ с концентрацией 99.5% отправляются на склад Секция 100 в резервуары D-107A,B.

Не сконденсировавшиеся газы ////////////////////// подаются ////////////////////// в коллектор SV.

Кубовый продукт колонны С-403 содержащий ПИЦ до 97% масс. подается //////////////////////, колонны С-402 очистки ПИЦ до товарного качества.

### 2.3.4.4 Колонна С-402 очистки ПИЦ до товарного качества. Кубовый продукт колонны С-403 //////////////////////.

Параметры работы колонны по кубу ////////////////////// и по верху //////////////////////.

Пары МСВ с очень незначительными количествами ПИЦ и фенилизотианата конденсируются на АВО Е-412. Конденсат сливается ////////////////////// подается в колонну С-406 выделения фенилизотианата. Не сконденсировавшиеся газы ////////////////////// в коллектор SV.

Кубовый продукт колонны С-402 являющийся товарным ПИЦ подается в буферную емкость Д-435 и далее //////////////////////, а балансовое количество товарного ПИЦ, 99.97% масс отправляется на склад в резервуары D-929A,B,C и далее на отгрузочные рампы насосами G-930A,B,C.

2.3.4.5 Стриппер С-407 отпарки хлорбензола от фосгена. ////////////////////// С-404 с температурой //////////////////////°С и колонны С-401 с температурой //////////////////////°С ////////////////////// подаются в куб ////////////////////// стриппера. Куб колонны дополнительно обогревается паром среднего давления через кипятильник Е-456. ////////////////////// насосом G-409A,S подается кубовый продукт колонны С-405 (////////////////////) с температурой //////////////////////°С.

Параметры работы колонны по кубу ////////////////////// и по верху //////////////////////.

Пары МСВ с ////////////////////// конденсируются на АВО Е-404. Конденсат сливается в емкость Д-405. Не сконденсировавшиеся газы, состоящие в ////////////////////// подаются на Секцию 300 ////////////////////// отпарки рециклового фосгена от хлороводорода.

Кубовый продукт колонны С-407, состоящий ////////////////////// подается в емкость Д-405 и далее насосом G-411A,S ////////////////////// (1/3 от общего кубового потока), //////////////////////, а 2/3 кубового потока //////////////////////.

2.3.4.6 Абсорбер С-405 для очистки фосгена от хлороводорода. В качестве абсорбента используется МСВ, который подается от Секции 100 насосом G-109A,S из

*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/>

резервуара **D-107A,B** на орошение. Поток МСВ охлаждается в рекуператоре **//////////** с температурой **//////////°C** и далее **//////////** до минус **//////////°C, //**.

В кубовую часть абсорбера **//////////** подается паровая фаза из сепаратора **D-307**, состоящая из хлороводорода и фосгена в соотношении **//////////.%** с температурой **//////////°C**.

Параметры работы абсорбера по кубу **//////////** и по верху **минус // бар**.

Пары хлороводорода с верха абсорбера подаются на **Секцию 600** в сепараторы **D-607A,B**.

Кубовый продукт колонны **C-405** насосом **G-409A,S** через **//////////**

Абсорбер имеет **//////////**. Между **//////////** секциями **//////////** отбираются жидкие продукты и подаются **//////////**.

**2.3.4.7 Колонна C-401 очистки хлорбензола.** Кубовый продукт **//////////** через водяной холодильник **E-414N**. Куб колонны обогревается паром среднего давления через кипятильник **E-406A,S**.

Параметры работы колонны по кубу **//////////** и по верху **//////////** бар.

Пары с верха колонны **//////////** стриппера **C-407**.

Кубовый продукт колонны подается насосом **G-407A,S** на АВО **E-401A,B** и далее **Секцию 100** в резервуар **D-107C** при положительном анализе качества перекачка насосом **G-109B,T** в резервуары **D-107A,B**.

**2.4.3.8 Колонна C-406 выделения фенилизоцианата.** Паровая фаза колонны **C-402** – очистки ПИЦ до товарного качества имеет в своем составе незначительные количества фенилизоцианата. После АВО **E-412** конденсат через сепаратор поступает в емкость **D-427** откуда насосом **G-414** подается в колонну **C-406** **//////////**. Дыхание емкости **D-427** производится в коллектор SV. Куб колонны обогревается паром среднего давления через кипятильник **E-422**.

Параметры работы колонны по кубу **//////////** и по верху **//////////**.

Пары МСВ с верха колонны конденсируются на АВО **E-421**. Конденсат сливается в емкость **D-428** **//////////** в емкость **D-410** разбавленного ПИЦ-сырца. Дыхание емкости **D-428** производится в коллектор SV.

Кубовый продукт колонны, состоящий **//////////** поступает в сепаратор **D-422** **//////////** откачивается насосом **G-415** в емкость хранения **D-422** и далее насосом **G-432** на авторампу.

### **2.3.5 Секция 500 синтеза фосгена на основе монооксида углерода и хлора.**

Базовый проект на модульную установку производства фосгена 60.000 т/год «captive production», **Приложении 10.**

Фосген выпускается, как «пленный» или «captive production», подача от генерации в трубчатых реакторах **R-550 A,B,S** до потребления исчисляется первыми десятками метров и любая форма хранения исключена, а также см. п.1.2.1.8.

Основные особенности используемого модуля для производства фосгена заключаются в следующем:

- выработка фосгена может автоматически изменяться в 15 раз в зависимости от потребления в процессе

- хранение фосгена полностью исключено. Получаемый фосген направляется в процесс через буферные емкости **D-505A,B,C** имеющими двойные стенки пространство между которыми постоянно вакуумируется. Все трубопроводы для транспортировки фосгена так же имеют двойные стенки при постоянном вакуумировании межтрубного пространства.

- запуск и остановка осуществляются в течение нескольких минут

- модули **R-500 A,B,S** имеют производительность 20.000 т/год. каждый

Монооксид углерода и хлор дозируются, смешиваются и подаются в реактор заполненный катализатором (активированный уголь), система аналитического контроля и управления гарантирует максимальный выход и отсутствие конденсации. Дополнительная очистка и осушка фосгена при потреблении на месте производства не требуется.

**Детализация по параметрам режима при эксплуатации модуля фосгена, Секция 500. Приложение 10.**

### **2.3.6 Секция 600** нейтрализации абгазного хлороводорода и соляной кислоты, хранения едкого натра.

**2.3.6.1** Пары хлороводорода с верха абсорбера **C-405** с температурой **//////////°C** поступают в сепараторы **D-607A,B**. Балансовый количества отправляются в абсорбер **C-603** для получения 33% соляной кислоты и возвращаются в процесс см. п.2.3.2.2. Избыточные количества подаются на всас компрессора **P-609A,B,S**. После компримирования хлороводород через теплообменник-рекуператор **E-607** подается на холодильник **E-604**, **//////////°C** поступает на сепараторы **E-608,610** и далее на отгрузку в ж/д цистерны-термосы.

**2.3.6.2 Абсорбер C-603** абгазного хлороводорода с получением 33% соляной кислоты. Хлороводород с температурой 5°C после теплообменника-рекуператора **E-607** подается в кубовую часть абсорбера под слой насадки. Орошение абсорбера произво-

*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/>

дится деминерализованной водой подаваемой из заводского коллектора через теплообменник-рекуператор **E-602S** установленный на линии 33% соляной кислоты из куба колонны.

Параметры работы абсорбера по кубу // и по верху //.

Абгазы состоящие из унесенных паров воды и очень незначительных количеств (сотые доли %) МСВ и фосгена выводятся над верхним слоем насадки и поступают на водяной холодильник **E-601** где конденсируются и сливаются в емкость **D-602**. Дыхание емкости осуществляется в коллектор SV, т.е. осуществляется полная дегазация от фосгена. Отстойник емкости работающий по разделу фаз обеспечивает // на нейтрализацию отходов. Кислая вода по переливу отводится в емкость недельного хранения **D-605** и по мере усреднения состава сливается в коллектор QB.

**2.3.6.3 Скруббер C-601** нейтрализации кислых газов с коллектора FS. Хлороводородсодержащие абгазы подаются //. Орошение скруббера // производится 10% раствором едкого натра от насоса **G-601A,S**, //. Подача раствора едкого натра производится из общего коллектора связанного с резервуарами хранения **D-606A,B**.

Параметры работы скруббера по кубу // и по верху //.

Абгазы состоящие из азота и унесенных капель воды поступают на сепаратор **D-614**, жидкость сливается в коллектор QB, а азот выбрасывается на свечу с использованием вентилятора **P-605A,S**.

По мере нейтрализации циркулирующего раствора едкого натра с образованием хлоридов и карбонатов некоторая часть с куба скруббера, сливается в коллектор QB через гидрозатвор.

**2.3.6.4 Скруббер C-604** нейтрализации фосгенсодержащих газов с коллектора SV. Абгазы МСВ подаются в //. Орошение скруббера // производится 10% раствором едкого натра от насоса **G-603A,S** через водяной холодильник **E-609**. Подача раствора едкого натра производится из общего коллектора связанного с резервуарами хранения **D-606A,B**.

Параметры работы скруббера по кубу // и по верху // бар.

Абгазы состоящие из унесенных паров воды и очень незначительных количеств (сотые доли %) МСВ и фосгена // поступают на сепаратор **D-601** жидкость сливается в емкость недельного хранения **D-605**. В сепаратор **D-601** также производятся сбросы при авариях по коллектору SS и далее в аварийные скруббера **C-602A,B**. По мере нейтрализации циркулирующего раствора едкого натра с образованием хлоридов и кар-

бонатов некоторая часть с куба скруббера отправляется в емкость недельного хранения **D-605** и по мере усреднения состава сливается в коллектор QB.

**2.3.6.5 Скруббер С-602А (аварийный)** для нейтрализации абгазов при авариях по коллектору SS, а так же абгазов содержащих следы фосгена **//////////**. Скруббер **С-602В** резервный для Скруббера **С-602А**.

Абгазы содержащих следы фосгена при авариях по коллектору SS и **//////////** подаются в кубовую часть скруббера **//////////**. Орошение скруббера **С-602А** **//////////** производится 10% раствором едкого натра от насоса **G-607А,S** из резервуара **D-606А**. Орошение скруббера **С-602В** **//////////** производится 10% раствором едкого натра от насоса **G-607В,Т** из резервуара **D-606В**.

Параметры работы скруббера **по кубу** **//////////** и **по верху** **//////////**.

Абгазы состоящие из унесенных паров воды и очень незначительных количеств (сотые доли %) МСВ **выводятся** **//////////** на модульную адсорбционную установку **У-651**. Адсорбентом является **//////////** при регенерации пары МСВ **//////////**. Отстойник емкости работающий по разделу фаз **обеспечивает** **//////////** на нейтрализацию отходов. см. п. **2.3.6.2**.

По мере нейтрализации циркулирующего раствора едкого натра с образованием хлоридов и карбонатов некоторая часть с куба скруббера, сливается в коллектор QB.

**2.3.6.6 Прием и хранение 50% раствора едкого натра в резервуаре D-603, приготовление 10% раствора едкого натра и хранение в резервуарах D-606А,В.** Раствор едкого натра 50% концентрации принимается в резервуар **D-603**, который обогревается паром низкого давления. Из резервуара **D-603** насосом **G-602А,S** 50% раствор подается:

- в резервуары **D-606А,В** для приготовления 10% раствора едкого натра.
- на Секцию **200** в емкость **D-244**
- на Секцию **200** в нейтрализатор **D-207**

Разбавление 50% едкого натра до 10% концентрации осуществляется деминерализованной водой из резервуара **D-1030А,В** от насоса **G-1030А,В**. Подача 10% раствора едкого натра потребителям производится из резервуара **D-606А** насосом **G-607А,S**, из резервуара **D-606В** насосом **G-607В,Т**.

### **2.3.7 Секция 700 рекуперации анилина и метанола из водных растворов нейтрализации реакционной массы при синтезе DADPM.**

**2.3.7.1 Выделение «влажного» анилина** из водных растворов нейтрализации. Водный раствор хлорида натрия с остатками едкого натра содержащий метанол и анилин **////////%** каждого, а так же DADPM **////////%** подается насосом **G-203А,S** от Секции **200** в

*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/>

декантор **D-712**. Сюда же подается поток обогащенный анилином после экстрактора **P-707**. Нижний слой жидкости обогащенный анилином до 90%, сливается **//////////** через водяной холодильник **E-215** в сепаратор **D-708**. В сепараторе происходит разделение на «влажный» анилин состоящий из **//////////%** и **DADPM //////////////%** и воду с содержанием метанола **////////%** и анилина **////////%**. Нижний слой «влажного» анилина через регулятор **D-714** отправляется на Секцию **100** в резервуары хранения **D-121A,B**. Дыхание аппаратов **D-708,711,712,714** производится в коллектор AS.

**2.3.7.2 Стриппер C-701 отпарки анилина и метанола.** Водный поток после экстрактора **P-707** содержащий анилина **//////////%**, метанола **//////////%**, хлорида натрия и едкого натра **//////////%** каждого через сепаратор **D-710** имеющий дыхание в коллектор AS, подается насосом **G-709A,S** в **////////// C-701 //////////////**. В кубовую часть стриппера подается **//////////**.

Параметры работы стриппера по кубу **//////////** и по верху **//////////**.

Пары с верха стриппера состоящие из воды, анилина и метанола направляются в кубовую часть стриппера **C-702**.

Кубовый продукт, 10% раствор хлорида натрия подается насосом **G-713A,S** через теплообменник-рекуператор **E-708** и водяной холодильник **E-701** в коллектор QB. Часть кубового **продукта //////////////**.

**2.3.7.3 Колонна C-702 разделения анилино-метанольной смеси** после колонны **C-701**. Пары с верха стриппера состоящие из воды, анилина и метанола направляются в кубовую часть стриппера **C-702**.

Параметры работы стриппера по кубу **//////////** и по верху **//////////**.

Пары с верха колонны конденсируются на АВО **E-702** и 95% раствор метанола с температурой **//////////°C** сливается в емкость **D-707**. **//////////** и сбросом в коллектор AS. Не сконденсировавшиеся на АВО газы выводятся в коллектор AS. Из емкости **D-707** насосом **G-707A,S** метанол подается в качестве флегмы на колонну **C-702**, а балансовое количество откачивается в сепаратор **D-704** и далее насосом **G-701A,S** в автоцистерны. Дыхание сепараторов **D-704** и **707**, а также при отгрузке производится в коллектор AS.

Кубовый продукт состоящий из анилина до **//////////%**, метанола до **//////////%** и воды откачивается насосом **G-706A,S** **//////////** в емкость **D-231**. Нижний слой состоящий на 95% из анилина через регулятор **D-234** отправляется на Секцию **100** в резервуары хранения **D-121A,B**. Верхний водный слой содержащий **//////////% анилина и //////////////%** метанола по переливу **подается //////////////** на Секцию **200 //////////////** и далее по схеме.

## 2.4 Расходные коэффициенты по секциям 200, 300/400, 500.

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/>

Представленные расходные коэффициенты предназначены для общего понимания процесса и никак не подменяет собой **КНИГУ 9** уточненного материального и тепловой баланса.

**2.4.1 Секция 500** синтеза фосгена (расходы на 1 т фосгена), включая блок безопасности

Оксид углерода, кг 289-305

Хлор, кг 711

Едкий натр, кг 5% раствор 0.7 (нормальная эксплуатация)

Катализатор, кг 0.1

Вода оборотная, м<sup>3</sup> //

Вода обессоленная, м<sup>3</sup> 0.001

Воздух КиП, нм<sup>3</sup>/час //

Азот, нм<sup>3</sup>/час //

Электроэнергия, кВт\*час // или кВт // (нормальная эксплуатация)

Электроэнергия, кВт // (аварийный режим)

**2.4.2 Секция 200** получения DADPM (расходы на 1 т DADPM).

Анилин //

Формалин 37% раствор //

Кислота соляная 27% //

Натр едкий 50% раствор //

**2.4.3 Секция 300** получения сырого ПИЦ/ **Секция 400** получения очищенного ПИЦ (расходы на 1 т очищенного ПИЦ).

DADPM //

МСВ //

Фосген //

## 2.5 Технологические границы и границы проектирования.

Технологические границы и границы проектирования совпадают и ограничиваются:

- граница по сырью: секущая арматура на эстакадах по входу на Секции **200,300,400,500**

- граница по готовым продуктам: секущая арматура на эстакадах по выходу от Секции **400,600,700**

- граница по рециклам: секущая арматура на эстакадах по выходу от Секции **200,300,400,600,700**

Азот, водяной пар, рассолы, вода оборотная и захлажденная, сточные воды по секция арматуре на границах Секций **200,300,400,500,600,700**.

## 2.6 Принципиальная BFD схема процесса с границами проектирования и рецикловыми потоками.

Принципиальная блок-схема, границы проектирования, рецикловые потоки для производство полиизоцианата (ПИЦ) или сырого полимерного МДИ.

Схема 2.



### КНИГА 3.

#### 3. Спецификация сырья, химикатов и готовой продукции.

##### **ANILINE**

Purity Min. 99.9 % wt. (dry)

Water Max. 0.3 %wt.

Nitrobenzene Max. 5 ppm wt.

Total high boilers Max. 450 ppm wt.

Iron Max. 1 ppm wt.

APHA color rating Max. 100

##### **FORMALDEHYDE**

Concentration 37.0-37.5 % wt.

Methanol Max 1.0 % wt.

Acidity (as formic acid) Max. 50 ppm wt.

Color Water white

Iron Max. 1.0 ppm wt.

Ash Max. 50 ppm wt.

Appearance Clear, no solids.

##### **CARBON MONOXIDE**

CO Min. 98 % vol.

N<sub>2</sub> Max. 1.4 % vol.

CH<sub>4</sub> Max. 20 ppm vol.

O<sub>2</sub> Max. 0.1 % vol.

H<sub>2</sub> Max. 0.4 % vol.

Water Max. 50 ppm vol.

##### **Remarks**

a) Nitrogen is an inert in the phosgene and MDI processes and leaves in the gaseous HCl.

b) Hydrogen forms HCl in the phosgene reactors, which is detrimental to reaction yield.

c) Methane probably reacts with chlorine to form HCl and carbon tetrachloride and other chlorinated methane.

d) Water along with the chlorine and small amounts of HCl in the system results in accelerated corrosion.

e) Sum of H<sub>2</sub> and equivalent H<sub>2</sub> from CRi results in heat generation. Total equivalent H<sub>2</sub> shall be less than 0.6 % vol.

### **CHLORINE (LIQUEFIED)**

Chlorine Min. 99.6 % vol.

Moisture Max. 40 ppm wt.

#### **Remarks**

Moisture reacts with chlorine and phosgene to form HCl and results in corrosion.

#### **PRESSURE&TEMPERATURE**

The chlorine shall be delivered evaporated at battery limit with a pressure of 1200 kPa a min., sufficiently superheated to eliminate possible condensate formation.

### **SODIUM HYDROXIDE, NAOH**

NaOH 50 % wt.

Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> Max. 4000 ppm wt.

NaCl Max. 15 ppm wt.

Fe Max. 2 ppm wt.

Hg Max. 0.05 ppm wt.

Water **Balance.**

#### **Remarks**

Certain forms of Fe distribute to the PMA phase and are not completely washed out.

Specification for Fe in CPMI's is max. 20 ppm wt. (atomic absorption).

Fe going with the PMA is not reduced in the PMI plant.

### **MONOCHLORO BENZENE**

Monochlorobenzene Min. 99.9% wt.

Appearance Clear liquid, free of suspended matter

Color Max. 15 on APHA scale

Moisture Max. 100 ppm wt.

Acidity (as HCl) Max 5 ppm wt.

Benzene Max. 50 ppm wt.

Toluene Max. 50 ppm wt.

Chlorotoluene Max. 100 ppm wt.

Dichlorobenzene, trichlorobenzene Max. 150 ppm wt.

Residue after evaporation Max. 20 ppm wt.

*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/>

**PHOSGENE**

Phosgene Min. 99.5% wt.

Carbon dioxide Max. 0.10% wt.

Iron Max. 0.05% wt.

Free Chlorine Max. 0.03% wt.

Acidity (as HCL) Max. 0.04% wt.

Residue on evaporation Max. 0.03% wt.

Sulfur (volatile, e.g. COS or SO<sub>2</sub>) Max. 0.0039% wt.

Non-volatile Max. 0.0005% wt.

Normally appears as a clear, pale yellow liquid.

**POLYMERIC MDI (integrated analysis)**

Average molecular weight 340

Functionality\* 2.7

Isocyanate equivalent weight 135.5

NCO content by weight 31.0 wt%

Viscosity, 25°C 150–220 cps

Typical viscosity growth 25°C 5–10 cps/mo

Vapor pressure 25°C < 10<sup>-5</sup> mm Hg

Decomposition point 230°C

Extrapolated boiling point 330°C

Flash point Closed Cup > 204°C ASTM D 93

Acidity as HCl 0.01 wt%

Density 25°C 1.23 g/ml

Coefficient of thermal expansion 0.0008 kg/l/1°C

Specific heat 0.43 gm•cal/gm•°C

Thermal conductivity 0.0003 gm•cal/cm•sec•°C

\*Not true functionality but typifies expected cross-link densities in end use.

**POLYMERIC MDI**

Isocyanate (NCO) Content 31.30 to 32.60 wt%

Viscosity (Dynamic, 25°C) 40 to 60 mPa.s

Acidity as HCL (Hot) 250 ppm

Specific Gravity (20°C) 1.24

*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/>

**КНИГА 4.****4. Основные принципы регулирования и управления процессом получения полиизоцианата или сырого полимерного МДИ****4.1 Введение**

**4.1.1** Управление процессом получения ПИЦ не возможно без использования автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУТП). Безопасность процесса обеспечивается противоаварийной автоматической защитой (ПАЗ).

**4.1.2** Время цикла опроса модуля ЦПУ РСУ составляет 1 сек.

**4.1.3** Время цикла опроса модуля ЦПУ ПАЗ составляет 250 мсек

**4.1.2** Сигналы от всех полевых контрольно-измерительных приборов поступают на центральный пульт АСУТП и ПАЗ расположенный за пределами к.

**4.1.4** Полевые контрольно-измерительные приборы имеют, как электрическое питание, так и воздухом КиП.

**4.1.5** Регулирующие клапана прямого или обратного действия выбираются на основе выбранного алгоритма управления для минимизации погрешности между измеренным и заданным значением.

**4.1.6** Отсекающие клапана (отсекатели) в базовом проекте выбираются на основе выбранного алгоритма управления для минимизации технологических рисков.

**4.1.7** Отсекающие клапана (отсекатели) используемые для разделения на блоки, в соответствии с нормами и правилами страны строительства, выбираются и расставляются проектировщиком выполняющим стадию «Проект».

**4.1.8** Аварийные санитарные колонны и производство фосгена имеют собственные блоки управления, но дублируются и на ЦПУ.

**4.1.9** Параметры влияющие на безопасность процесса от Секции **100** со складов хранения сырья и готовой продукции должны быть выведены на ЦПУ комплекса по производству ПИЦ, см. п.1.2.1.1

**4.1.10** Параметры с установок испарения хлора см. п.1.2.1.3 и производства СО на синтез фосгена см. п.1.2.1.4 должны быть выведены на ЦПУ комплекса по производству ПИЦ.

**4.1.11** Экстракторы, шнековые смесители с функцией промывки, компрессоры имеют собственные блоки управления, но дублируются и на ЦПУ комплекса по производству ПИЦ.

**4.1.12** Параметры влияющие на безопасность процесса от объектов ОЗХ должны быть выведены на ЦПУ комплекса по производству ПИЦ, см. п.1.2.1.13

**4.1.13** На схемах PID в наименовании для каждого прибора добавляется префикс: 100 – для Секции 100, 200 – для Секции 200, и так далее для Секций 300-700.

**4.1.14** Система блокировок и сигнализаций обеспечивает технологические требования безопасной эксплуатации комплекса производства ПИЦ. Полная система блокировок и сигнализаций, включая систему обнаружения пожара и загазованности, может быть применена в соответствии со стандартами страны строительства на стадии «Проект».

**4.1.15** Основные контура регулирования процесса производства ПИЦ приведены в п. 4.3, а также основные блокировки и сигнализации приведены в п. 4.4. Перечень документации необходимой для проектирования и поставки АСУ ТП и ПАЗ приведен в п. 4.2.

## **4.2 Исходные данные необходимые для проектирования и поставки АСУ ТП и ПАЗ:**

- Технологический регламент и технологические инструкции
- Альбом монтажно-технологических схем
- **Описание алгоритмов (контуров управления и регулирования) технологическим процессом включая блокировки и сигнализации**
- Логические диаграммы
- Функциональные схемы автоматизации (диаграммы P&ID, эскизы мнемосхем)
- Перечень входных и выходных сигналов
- Перечень цепей ввода-вывода с указанием позиционных обозначений, шкал, описаний, уставок, предохранительных устройств и т.д., с разбивкой на подсистемы
- Интерфейсы и протоколы обмена со смежными подсистемами, перечень данных интерфейсного обмена
- Электрические схемы подключения исполнительных механизмов, таблицы внешних соединений и подключений
- Схемы электрические принципиальные управления электроприводами, задействованными в АСУ ТП
- Схемы электрические подключения силового оборудования, требования к источникам бесперебойного электропитания, перечень оборудования, требующего бесперебойного электропитания, схемы внешних соединений и подключений этого электрооборудования
- Схемы электроснабжения АСУ ТП
- Планы аппаратной и операторной включая оборудование АСУ ТП
- Кабельный журнал от полевого оборудования до кроссовых шкафов АСУ ТП
- Требования к построению графики (цветовые, поведенческие решения)

*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/>

- Скриншоты видеокладов модернизируемой системы (если применимо)
- Архитектура системы управления
- Архитектура сети (требования к IP-адресации, требования по подключению во внешнюю заводскую сеть, если применимо)
- Требования к формированию отчетов. Формы отчетов
- Перечень приборов КИП и А
- Другие документы, описывающие дополнительные требования к построению логики, организации доступа сети и т.д.

Формирование данного пакета исходных данных не входит в состав базового проекта, за исключением предусмотренных ТЗ.

### 4.3 Основные контура регулирования производства ПИЦ используемые при составлении PID схем.

#### 4.3.1 Секция 100. Хранение сырья, химикатов и готовой продукции:

4.3.1.1 Регулирование расходов подачи сырья и химикатов на Секции 200/300 см. п. 2.3.2.1 и 2.3.3.1.

- анилин технический, свежий. Секция 100. D-119, насос G-116A,S.
- анилин «влажный», рецикл. Секция 100. D-121A,B, насос G-120A,B,S.
- формалин технический 37% раствор. Секция 100. Резервуар D-170, насос G-167A,S.
- хлорбензол технический, свежий. Секция 100. Резервуар D-107A,B, насос G-109A,S.
- кислота соляная 27-28%. Секция 100
- натр едкий 50% раствор. Секция 600. D-603, насос G-602A,S.
- натр едкий 10% раствор. Секция 600. D-606A насос G-607A,S и D-606B насос G-607B,T.

4.3.1.2 Промежуточное хранение рецикловых продуктов производится в границах секций и будет представлено в описании для соответствующей секции.

4.3.1.3 Хранение готовой продукции производится в границах секций и будет представлено в описании для соответствующей секции.

- полиизоцианат (ПИЦ). Секция 900. Резервуар D-929A,B,C, насос G-930A,B,C.
- фенилизоцианат. Секция 400. Емкость D-422, насос G-432.
- натр едкий 50% раствор. Секция 600. D-603, насос G-602A,S.
- метанол технический, 95% (товарный). Емкость D-704, насос G-701A,S.

- кислота соляная синтетическая техническая, 33% (товарная). Резервуар **D-170**, насос **G-167A,S**.

**4.3.1.4 Секция 100**, а также объекты ОЗХ имеют собственные системы управления технологическим процессом основные сигналы передаются в центральную операторную комплекса производства ПИЦ и выводятся на отдельную станцию оператора см. п. **4.1.9-4.1.11**.

**4.3.2 Секция 200** получения DADPM конденсацией анилина с формальдегидом в солянокислой среде с последующей перегруппировкой (изомеризацией) DADPM.

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

**4.3.3 Секция 300** получения ПИЦ фосгенированием DADPM.

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

**4.3.4 Секция 400** очистки ПИЦ, рекуперации хлорбензола и фосгена, выделения фенилизоцианата.

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

**4.3.5 Секция 500** синтеза фосгена на основе оксида углерода и хлора.

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

**4.3.6 Секция 600** нейтрализации абгазного хлороводорода и соляной кислоты, хранения едкого натра.

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

**4.3.7 Секция 700** рекуперации анилина и метанола из водных растворов нейтрализации реакционной массы при синтезе DADPM.

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

**4.4 Основные блокировки и сигнализации производства ПИЦ используемые при составлении PID схем.**

**4.1.8** Аварийные санитарные колонны и производство фосгена имеют собственные блоки управления, но дублируются и на ЦПУ.

**4.1.9** Параметры влияющие на безопасность процесса от Секции **100** со складов хранения сырья и готовой продукции должны быть выведены на ЦПУ комплекса по производству ПИЦ, см. п.1.2.1.1

**4.1.10** Параметры с установок испарения хлора см. п.1.2.1.3 и производства СО на синтез фосгена см. п.1.2.1.4 должны быть выведены на ЦПУ комплекса по производству ПИЦ.

4.1.11 Экстракторы, шнековые смесители с функцией промывки, компрессоры имеют собственные блоки управления, но дублируются и на ЦПУ комплекса по производству ПИЦ.

4.1.12 Параметры влияющие на безопасность процесса от объектов ОЗХ должны быть выведены на ЦПУ комплекса по производству ПИЦ, см. п.1.2.1.13

4.4.1 Секция 100. Хранение сырья, химикатов и готовой продукции:

4.4.1.1 Блокировки и сигнализации влияющие на безопасность процесса от Секции 100 со складов хранения сырья и готовой продукции должны быть выведены на ЦПУ комплекса по производству ПИЦ.

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

4.4.2 Секция 200 получения DADPM конденсацией анилина с формальдегидом в солянокислой среде с последующей перегруппировкой (изомеризацией) DADPM.

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

4.4.3 Секция 300 получения ПИЦ фосгенированием DADPM.

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

4.4.4 Секция 400 очистки ПИЦ, рекуперации хлорбензола и фосгена, выделения фенилизоцианата.

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

4.4.5 Секция 500 синтеза фосгена на основе оксида углерода и хлора.

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

4.4.6 Секция 600 нейтрализации абгазного хлороводорода и соляной кислоты, хранения едкого натра.

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

4.4.7 Секция 700 рекуперации анилина и метанола из водных растворов нейтрализации реакционной массы при синтезе DADPM.

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

**КНИГА 5 является необходимой и достаточной, как справочное руководство при детальном (рабочем проектировании) для выпуска PID схем, для составления «Руководства по эксплуатации», для выпуска «Технологического Регламента».**

**5. Описание технологического процесса получения полиизоцианата или сырого полимерного МДИ.**

**5.1 Введение. Общие сведения о процессе.**

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

**5.2 Секция 200** получения DADPM конденсацией анилина с формальдегидом в солянокислой среде с последующей перегруппировкой (изомеризацией) DADPM.

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

**5.3 Секция 300** получения ПИЦ фосгенированием DADPM.

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

**5.4 Секция 400** очистки ПИЦ, рекуперации хлорбензола и фосгена, выделения фенолизоцианата.

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

**5.5 Секция 500** синтеза фосгена на основе оксида углерода и хлора.

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

**5.6 Секция 600** нейтрализации абгазного хлороводорода и соляной кислоты, хранения едкого натра.

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

**5.7 Секция 700** рекуперации анилина и метанола из водных растворов нейтрализации реакционной массы при синтезе DADPM.

## **КНИГА 6.**

### **6. PFD схемы процесса с указанием перечня потоков.**

Все графические материалы являются приложениями и не включаются в основную книгу базового проекта. PFD схемы процесса являются **Приложением 6** в редактируемом и не редактируемом форматах.

При составлении PID схем являющихся графическим приложением для **КНИГИ 8** необходимо руководствоваться п. **4.1.13** при нумерации приборов КиП.

## **КНИГА 7.**

### **7. PFD схема с указанием материала оборудования.**

Все графические материалы являются приложениями и не включаются в основную книгу базового проекта. PFD схемы с указанием материала являются **Приложением 7** в редактируемом и не редактируемом форматах.

Материалы оборудования указанные на схеме рассматривается совместно с опросными листами на оборудование **КНИГА 14**, а также руководствоваться п. **1.3.18 – 1.3.20**.

## **КНИГА 8.**

### **8. P&ID схема процесса.**

Все графические материалы являются приложениями и не включаются в основную книгу базового проекта. P&ID схемы процесса являются **Приложением 8** в редактируемом и не редактируемом форматах.

## **КНИГА 9.**

### **9. Симуляция процесса. Материальные потоки и тепловой баланс.**

Все графические материалы являются приложениями и не включаются в основную книгу базового проекта. Материальные потоки, тепловые балансы являются **Приложением 9** в редактируемом формате.

## **КНИГА 10.**

### **10. Баланс потребления энергоносителей**

Потребление энергоносителей для каждой секции и по каждой позиции энергопотребляющего оборудования приведено в Приложении **11**.

## **КНИГА 11**

### **11. Список катализаторов и химикатов.**

11.1 Характеристики катализатора для производства фосгена

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

11.2 Используемые химикаты приведены в **КНИГЕ 3**

## **КНИГА 12**

### **12. Список опасных веществ. Листы безопасности (MSDS).**

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

## **КНИГА 13**

### **13. Отходы производства**

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

## **КНИГА 14.**

### **14. Опросные листы на технологическое оборудование.**

Все графические материалы являются приложениями и не включаются в основную книгу базового проекта. Опросные листы на оборудование включены:

- Приложение 14.1 – емкости, деканторы, сепараторы, резервуары
- Приложение 14.2 – насосное оборудование
- Приложение 14.3 – теплообменное оборудование
- Приложение 14.4 – аппараты воздушного охлаждения
- Приложение 14.5 – компрессорное оборудование
- Приложение 14.6 – мешалки
- Приложение 14.7 – колонна фракционирования, скрубберы и стрипперы
- Приложение 14.8 – фильтры
- Приложение 14.9 – смесители
- Приложение 14.10 – экстракторы и шнековые промыватели
- Приложение 14.11 – оборудование для создания вакуума

## **КНИГА 15.**

### **15. Перечень механического оборудования**

Перечень и характеристики оборудования по **Приложениям 14.1 – 14.11** сведены общую таблицу выпущенную, как **Приложение 15.**

*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/>*

**КНИГА 16**

**16. Перечень электродвигателей**

Перечень и характеристики электродвигателей сведены общую таблицу выпущенную, как Приложение 16.

**КНИГА 17**

**17. Планы расположение оборудования.**

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

**КНИГА 18**

**18. Перечень трубопроводов.**

Перечень и характеристики трубопроводов сведены общую таблицу выпущенную, как Приложение 18.

**КНИГА 19.**

**19. Руководства по эксплуатации.**