

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт химии и инженерной экологии  
Кафедра «Химия, химические процессы и технологии»  
240801.65 «Машины и аппараты химических производств»

## ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему «Разработка синтеза карбамидо-формальдегидного концентрата (КФК)»

Студент(ка)	Ю.Н. Землякова	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Руководитель	В.П. Щукин	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Консультанты	А.Е. Краснослободцева	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	К.Ш. Нуров	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Нормоконтроль	В.В. Петрова	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

Тольятти 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»  
ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ  
Кафедра «Химия, химические процессы и технологии»

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ Г.И. Остапенко  
(подпись) (И.О. Фамилия)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение дипломного проекта**

Студенту Земляковой Юлии Николаевны

- 1. Тема:** «Разработка синтеза карбамидо- формальдегидного концентрата (КФК)».
- 2. Срок предоставления законченной готовой работы** 16 июня 2016 г.
- 3. Исходные данные к проекту (работе):** Теплообменник кожухотрубный.
- 4. Содержание текстового документа (перечень подлежащих разработке вопросов).** Аналитическая часть – основы и химизм процесса обзор по физико-химическим свойствам. Технологическая часть – описание процесса растворения карбамида в воде периодическим действием. Расчетная часть - материальный и тепловой баланс, энергетический баланс узла растворения карбамида. Описание процесса растворения карбамида в воде непрерывным способом. Экономическая часть- расчет годовой производственной мощности- Расчет капитальных вложений(инвестиций)-Организация труда рабочих- Заработная плата рабочих- Организация управления производством- Расчет себестоимости продукции- Расчет расхода сырья, основных и вспомогательных материалов- Расчет расхода топлива и энергии- Расчет затрат на содержание и эксплуатацию оборудования- Расчет экономической эффективности проектных решений. Экологическая часть.

**5. Перечень графического материала**\_(с точным указанием обязательных чертежей)

5.1 Чертеж общего вида теплообменник И-2

5.2 Чертеж общего вида растворитель карбамида

5.3 Технологическая схема периодического действия растворения карбамида в воде.

5.4 Технологическая схема непрерывного действия растворения карбамида в воде.

5.5 Тепловой баланс узла растворения карбамида.

5.6 Материальный баланс узла растворения карбамида.

5.7 Расчет экономической эффективности проекта.

**6. Консультанты**

**7. Дата выдачи задания** « 26 » февраля 2016 г.

Руководитель выпускной квалификационной работы

\_\_\_\_\_ (подпись)

\_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_ (подпись)

\_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»  
ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ  
Кафедра «Химия, химические процессы и технологии»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Г.И. Остапенко

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**

**дипломного проекта**

Студента: Земляковой Юлии Николаевны

по теме: Разработка синтеза карбамидо- формальдегидного концентрата (КФК).

<b>Наименование раздела работы</b>	<b>Плановый срок вы- полнения раздела</b>	<b>Фактический срок выпол- нения разде- ла</b>	<b>Отметка о выпол- нении</b>	<b>Подпись руководи- теля</b>
Введение	<b>04.03.2016</b>			
Аналитическая часть	<b>14.03.2016</b>			
Технологическая часть	<b>28.03.2016</b>			
Расчетная часть	<b>28.04.2016</b>			

Экономическая часть	<b>05.05.2016</b>			
Безопасность и экологичность проекта	<b>12.05.2016</b>			
Нормо-контроль	<b>21.05.2016</b>			
Выполнение чертежей	<b>29.05.2016</b>			
Заключение	<b>30.05.2016</b>			
Предварительная защита	<b>09.06.2016</b>			
Оформление работы				

Руководитель выпускной квалификационной работы

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

Дипломный проект представлен на 118 листах машинописного текста, содержит 5 рисунков, 44 таблицы, литературный список состоит из 70 библиографических наименований.

Цель работы – модернизации узла растворения карбамида в воде в производстве карбамидоформальдегидного концентрата (КФК-85). Исследована литературная информация, касающаяся производства КФК-85 и условий растворения карбамида. Разработана технологическая схема растворения карбамида в воде по непрерывной схеме. Дана оценка экономического эффекта от внедрения технологии.

В данной работе приведен литературный обзор, посвященный химизму и технологическим аспектам синтеза КФК, даны технологические расчеты узла растворения.

В расчетно-технологическом разделе приведены характеристика сырья и готовой продукции, технологические расчеты теплообменного аппарата, а также описание технологической схемы непрерывного процесса.

В результате осуществления экономического расчета

Дипломный проект выполнен в текстовом редакторе Microsoft Word 7.0.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.....	7
1 Аналитическая часть.....	7
1.1 Основы и химизм процесса.....	7
1.2 Технология производства КФК-85.....	13
1.3 Физико-химические свойства карбамида.....	20
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	34
2.1 Описание процесса растворения карбамида в воде периодическим способом.....	34
2.2 Описание процесса растворения карбамида в воде непрерывным способом.....	37
2.3 Порядок действия приготовления раствора карбамида.....	38
2.4 Контроль производства и управления технологическим процессом.....	43
2.5 Характеристика основного оборудования.....	44
2.6 Аналитический контроль узла растворения карбамида в воде.....	46
3 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ.....	50
3.1 Энергетический баланс узла растворения карбамида (тепловой баланс)..	50
3.2 Материальный баланс узла растворения карбамида.....	51
3.3 Расчет теплообменного аппарата.....	55
4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	56
4.1 Описание производства и маркетинговый анализ.....	57
4.2 Расчет годовой производственной мощности.....	60
4.3 Расчет капитальных вложений (инвестиций).....	61
4.4 Организация труда рабочих.....	62
4.5 Заработная плата рабочих.....	64
4.6 Организация управления производством.....	68
4.7 Расчет себестоимости продукции.....	69

4.8	Расчет расхода сырья, основных и вспомогательных материалов.....	69
4.9	Расчет расхода топлива и энергии.....	70
4.10	Расчет затрат на содержание и эксплуатацию оборудования.....	71
4.11	Расчет экономической эффективности и проектных решений.....	75
5	ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	77
5.1	Технологический паспорт разработки синтеза КФК.....	77
5.2	Идентификация профессиональных рисков.....	78
5.3	Методы и средства снижения профессиональных рисков .....	80
5.4	Обеспечение пожарной безопасности цеха по производству синтетических смол КФК.....	83
5.5	Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта (дипломного проекта) .....	85
5.6	Организационные мероприятия по предотвращению пожара.....	87
5.7	Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	88
5.8	Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта (дипломного проекта).....	91
5.9	Заключение.....	92
	ВЫВОДЫ.....	94
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	95
	ПРИЛОЖЕНИЯ.....	98

## ВВЕДЕНИЕ

Малотоксичные карбамидоформальдегидные смолы (КФС) – основной сырьевой компонент при производстве древесных плит (ДСП, ДВП и МДВ). Они также используются как добавки к карбамиду с целью сохранения товарных свойств мочевины при транспортировке и хранении. В качестве исходного вещества для получения карбамидоформальдегидного концентрата (КФК-85) используется карбамид (марки Б).

Синтез карбамидоформальдегидных смол осуществляется в три стадии. На первой стадии происходит щелочная конденсация карбамида и формальдегида до мольного соотношения 1:2 с целью получения метилмочевины. Она проводится в присутствии щелочных агентов при повышенных температурах. Вторая стадия заключается в кислотной конденсации, направленной на формирование метиленмочевины, перегруппировку метиленоксидных в метиленовых групп с одновременной эмиссией формальдегида. После завершения кислой стадии в реакционную массу вводится вторая порция карбамида для достижения требуемого мольного соотношения карбамид: формальдегид.

Для осуществления первой стадии, образования монометилкарбамида, необходимы формальдегид, карбамид и вода. Для подачи карбамида в виде водного раствора на базе ОАО «Тольяттиазот» разработана установка растворения карбамида марки Б по периодическому способу. Для увеличения производительности установки целью данной работы явилась модернизация узла растворения и оптимизации процесса до непрерывного способа. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

- разработать технологическую схему растворения карбамида по непрерывному способу,- подобрать технологическое оборудование и разработать аналитический контроль процесса,- дать оценку экономического эффекта от внедрения технологии,- рассмотреть влияние процесса растворения карбамида на окружающую среду.

# ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

## 1 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 1.1 Основы и химизм процесса

Формальдегид, получаемый методом газофазного окисления метанола, при контакте с водой легко переходит в гидратированную форму – метиленгликоль:

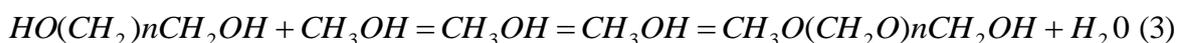


Последний склонен к поликонденсации с образованием полиоксиметиленгликолей:



Таким образом, в водном растворе формальдегида находится равновесная смесь, состоящая из свободного формальдегида, метиленгликоля и полиоксиметиленгликолей. В определенных условиях (длительное хранение, низкая температура, высокая концентрация формальдегида) образуются полимеры, выпадающие в осадок в виде порошка – параформа ( $t=10 \dots 100$ ).

При нагревании параформ растворяется в формалине, разрушаясь до метиленгликоля. Выпадение параформа замедляется при добавлении к формалину метанола, который образует метилметилэфиры (полуацетали) полиоксиметиленгликолей и препятствует росту молекул полимера:

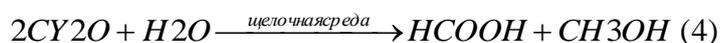


Технический формалин 37%-ной концентрации содержит до 11% метилового спирта, что не гарантирует его стабильность от выпадения параформа в осадок.

Это является серьезной проблемой при транспортировке в железнодорожных цистернах, так как очистка последних от полимерного формальдегида приводит к загрязнению окружающей среды.

Для формальдегида характерны следующие реакции, представляющие интерес при получении карбамидоформальдегидного концентрата (КФК) и смол на его основе:

- реакция Канницаро-Тищенко:



Взаимодействие с карбамидом с образованием сложной смеси продуктов как линейного, так и циклического строения. Благодаря наличию в карбамиде четырех реакционноспособных атомов водорода, теоретически к нему может присоединиться четыре молекулы формальдегида. В действительности мы получаем смесь метилмочевин:

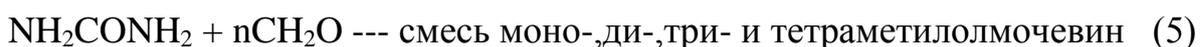
$\text{NH}_2\text{CONHCH}_2\text{OH}$	- метилмочевина
$\text{HOCH}_2\text{NHCONHCH}_2\text{OH}$	- диметилмочевина
$\text{HOCH}_2\text{NHCON}(\text{CH}_2\text{OH})_2$	- триметилмочевина
$\text{NCON}(\text{HOCH}_2)_4$	- тетраметилмочевина

В реакции с карбамидом участвует свободный формальдегид. По мере его расходования равновесие реакции (1) – (3) смещается в сторону образования формальдегида и более низкомолекулярных полиоксиметиленгликолей.

Взаимодействие обоих продуктов катализируется щелочами, кислотами, а также соединениями, обеспечивающими необходимый pH реакционной смеси.

Скорость реакции зависит от стехиометрического соотношения компонентов, температуры и величины pH.

Реакции образования метилмочевин:

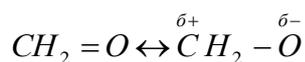


являются обратимыми и протекают до установления равновесия.

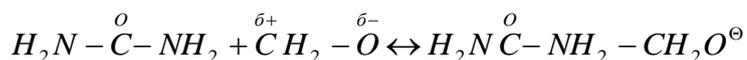
Вероятный механизм реакции присоединения можно представить следующим образом:

Реакция карбамида с формальдегидом в нейтральной среде

В нейтральной среде молекула формальдегида поляризуется:



Поляризационная молекула формальдегида атакует нуклеофильный атом азота карбамида:



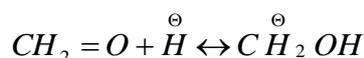
Последующий перенос протона приводит к монометилкарбамиду:



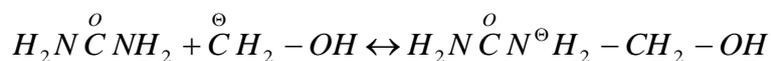
Установлено, что скорость реакции незначительна за счет низкой активности атома азота и слабой поляризации молекулы формальдегида.

*Реакция карбамида с формальдегидом в кислой среде*

В результате протонирования формальдегид становится более электрофильным:



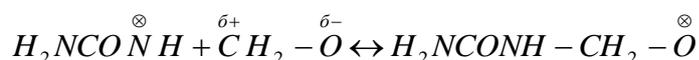
Образовавшийся ион реагирует с карбамидом:



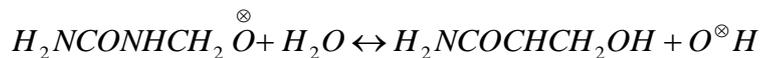
Последующее отщепление протона приводит к образованию монометилкарбамида. Снижение рН увеличивает скорость реакции; одновременно увеличивается энергия активации, что связано с возможной протонизацией карбамида, являющимся слабым основанием (рН=14).

Реакция карбамида с формальдегидом в щелочной среде

В щелочной среде возможен отрыв протона от карбамида с образованием аниона, который реагирует с поляризованной молекулой формальдегида:



Образовавшийся анион реагирует с водой, образуя монометилолкарбамид:



При pH больше 7 и комнатной температуре моно- и диметилолмочевины можно выделить в виде чистых кристаллических соединений. В случае других производных карбамида это не удастся, так как константа равновесия реакции образования этих веществ гораздо больше, чем константа равновесия получения метиленгликоля. Это объясняют тем, что атомы водорода двух метилольных групп в диметилолмочевине стабилизированы за счет образования внутримолекулярных водородных связей:

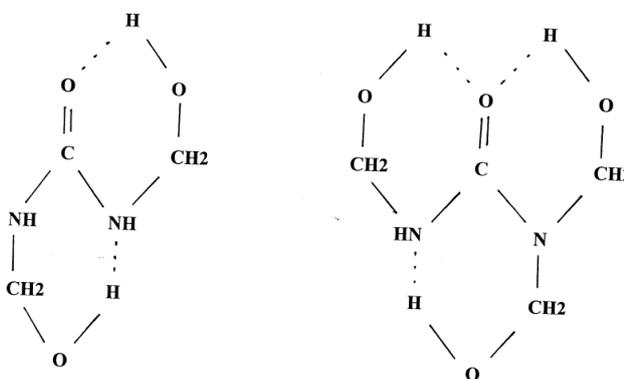


Рисунок 1.1- Образование внутримолекулярных водородных связей

В триметилолмочевине стабилизация атомов водорода метилольных групп значительно слабее, так как два из них связаны водородными связями с карбонильным атомом кислорода.

В отличие от моно-, ди- и триметилолмочевин, концентрация которых в состоянии равновесия зависит, главным образом, от молного соотношения формальдегид: карбамид, содержание тетраметилолмочевины определяется преимущественно величиной pH и температурой реакции.

Реакционная способность метилольных групп минимальна в нейтральной и слабощелочной среде, особенно при наличии избытка свободного формальдегида.

При рН больше 8 возможно образование линейных продуктов с диметиленэфирными связями или циклических соединений – уронов и триазинов.

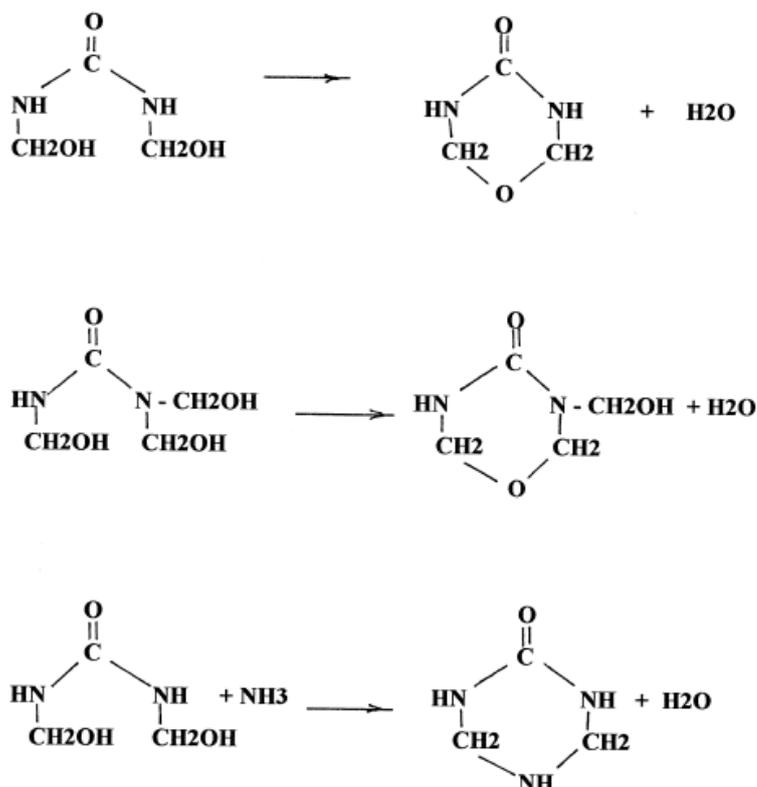
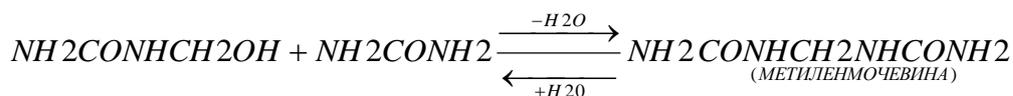
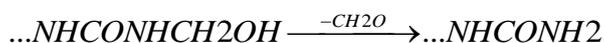


Рисунок 1.2- диметиленэфирными связями или циклических соединений уронов и триазинов.

Напротив, пониженные значения рН благоприятствуют возникновению метиленовых связей.

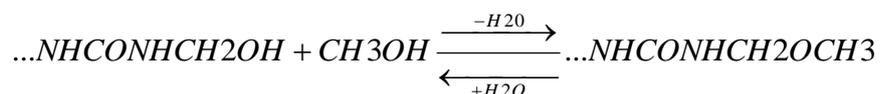


По мере снижения рН скорость реакции возрастает. Следует отметить, что данный конденсационный процесс является обратимым. В определенных условиях метиленмочевина подвергается гидролизу с образованием исходных метилмочевин. Кислая среда оказывает значительное влияние и на перегруппировку метилолмочевин, сопровождающуюся выделением свободного формальдегида.



Снижение скорости данной реакции позволяет уменьшить токсичность древесностружечных и древесноволокнистых плит, получить продукцию класса эмиссии Е-1 по формальдегиду.

При наличии метанола в формалине или КФ- концентрате он вступает в реакцию с метилольными группами с образованием метоксильных фрагментов.

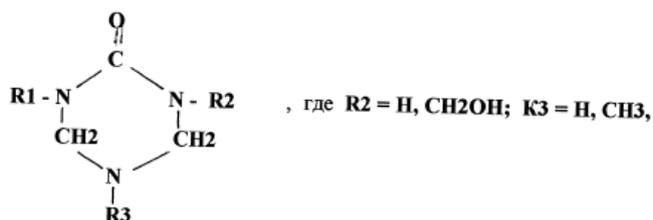


Промышленные карбамидоформальдегидные смолы, полученные на 37%-ом формалине, содержат 1,5-4,5% метоксильных групп и 0,1-0,8% свободного метанола. Если первые снижают клеящую способность смоляной композиции и повышают выделение формальдегида при хранении древесной продукции, то наличие метанола в смоле создает загазованность на линиях прессования плит.

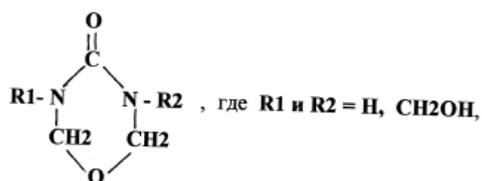
Иными словами, применение карбамидоформальдегидного связующего, полученного на основе формалина и карбамида, не может быть признано экологически чистым.

## 1.2 Технология производства КФК-85

В связи с высокими требованиями к охране окружающей среды на предприятиях, производящих карбамидоформальдегидные смолы, весьма перспективным рассматривается применение карбамидоформальдегидного концентрат с суммарным содержанием триазиновых.



и уроновых



Производных до 10% масс., что позволяет отказаться от использования формалина и исключить образование высокотоксичных сточных вод при синтезе клеевых композиций. Карбамидоформальдегидный концентрат с суммарным содержанием соединений карбамида и формальдегида около 85% (КФК) известен в качестве антислеживающей добавки к карбамиду, причем наилучшими свойствами обладает продукт, имеющий в своем составе свыше 15 мол. % урсновых и триазиновых производных.

Технология разработанная ОАО «Тольяттиазот» заключается в том, что хемосорбция формальдегидных газов, полученных на металлооксидном катализаторе в реакторе трубчатого или полочного типа, протекает в одной трехсекционной колонне с серией колпачковых тарелок в верхней ее части, с использованием в качестве поглощающей жидкости щелочного водного раствора карбамида с добавлением амина. На (рис1.4) предоставлена технологическая схема.

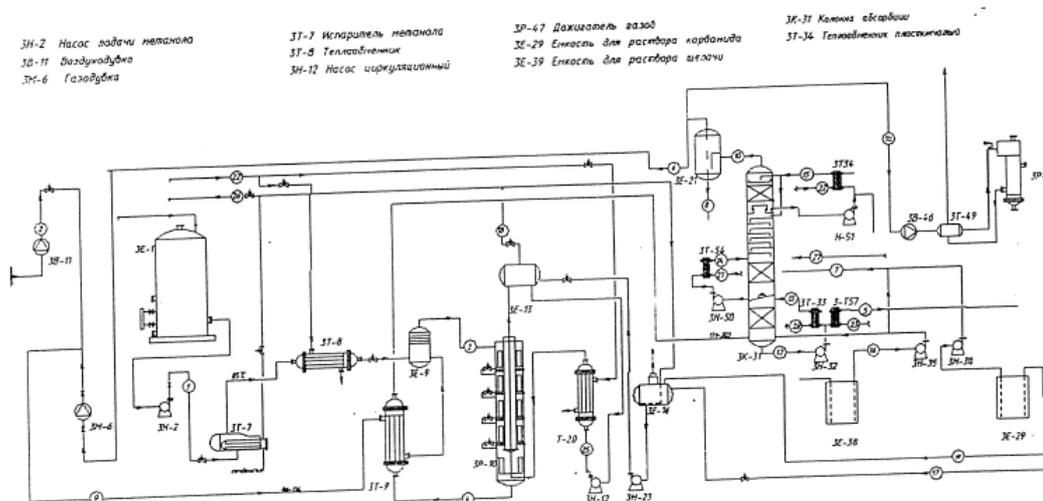


Рисунок 1.4 - Принципиальная технологическая схема получения КФ-концентрата

Процесс модификации карбамидоформальдегидного концентрата осуществляется параллельно с хемосорбцией за счет образования циклических соединений и регулируется содержанием амина в водном растворе карбамида, количеством и концентрацией щелочи, подаваемой в абсорбционную колонну,

мольным соотношением между карбамидом и формальдегидом, величиной рН и секциях колонны.

Сущностью предложенного и реализованного в промышленных масштабах решения является синтез карбамидоформальдегидного концентрата определенного фракционного состава на установке, включающий окислительное дегидрирование метанола на железомолибденовом катализаторе в реакторе трубчатого или полочного типа и стадию хемосорбции полученного формальдегид содержащего газа в колонне 50-65% - ным водным раствором карбамида с добавкой 0,05-2,0% амина, подаваемого на одну из тарелок колонны одновременно с раствором едкого натра 12-24%-ной концентрации и поддержание соотношения формальдегид : карбамид 4,2-6,2 и 2,2-4,4 и рН 7,5-9,3 соответственно.

Внедренная в ОАО «Тольяттиазот» технология отличается от известных тем, что хемосорбция формальдегида осуществляется в щелочной среде, позволяющей избежать образования метиленмочевины, в присутствии небольших количеств амина, который выполняет роль модификатора, в трехсекционной колонне с поддержанием на нижней и средней секциях колонны различных мольных соотношений формальдегида и карбамида, уровней рН, что повышает эффективность процесса и определяет содержание циклических производных в готовом продукте, нежелательных при получении смол, но играющих позитивную роль при обработке гранул карбамида с целью предотвращения его слеживаемости.

Взаимосвязь концентрации уронов и триазинов с параметрами ведения технологического процесса (рН, мольное соотношение формальдегид : карбамид) иллюстрируется рис 1.2, таблица 1.2

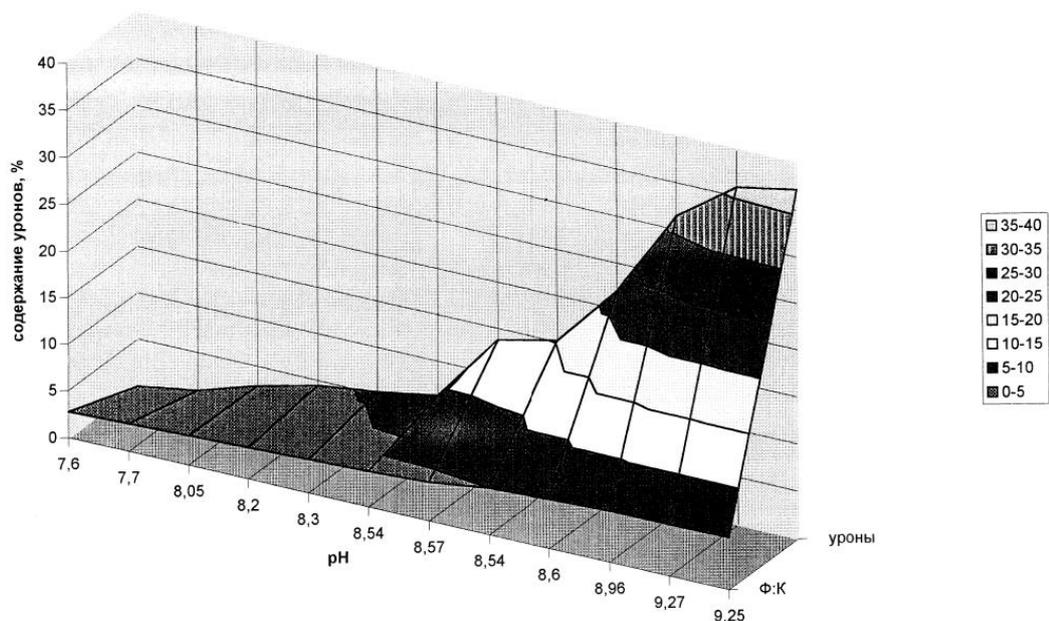


Рисунок 1.5 – Зависимость содержания уронов от рН и мол. отношения Ф:К

Установленные закономерности позволили организовать на одной промышленной установке производство двух типов КФ- концентратов, различающихся по свойствам и областям применения.

Таблица 1.1 - Влияние условий получения карбамидоформальдегидного концентрата КФК-80 на суммарное содержание уронов и триазинов. Концентрация аммиака в растворе карбамида, подаваемого в колонну не превышала 2% масс

рН по секциям колонны	Мольное соотношение Ф:К	Суммарное содержание уронов и триазинов, % масс.
7,6	2,8	0
7,7	3,0	1,0
8,05	3,2	3,0
8,2	3,38	4,5

Продолжение таблицы 1.1

рН по секциям колонны	Мольное соотношение Ф:К	Суммарное содержание уронов и триазинов, % масс.
8,3	3,60	5,3
8,54	3,8	6,4
8,57	4,14	13,8
8,59	5,0	15,2
8,60	5,25	22,0
8,96	5,50	31,5
9,27	5,53	36,0
9,25	5,62	37,2

В соответствии с ТУ № 2223-009-00206492-98 они имеют следующие показатели качества (таблица 1.2)

Таблица 1.2- Показатели качества карбамидоформальдегидного концентрата марки КФК -85

Характеристика	Норма качества	
	I	II
Массовая доля карбамида во всех формах, % масс.	21,0-24,0	21,0-24,5
Массовая доля формальдегида во всех формах, % масс.	54,5-59,0	54,5-59,5
Мольное соотношение формальдегид:карбамид	4,9-5,2	не нормир.
Цвет по шкале Арна при		

Продолжение таблицы 1.2

Характеристика	Норма качества	
температуре от 2 до 25°С, не более	200	
Содержание уроновых производных, %моль.	0-12	12,1 и более

Продукция группы I предназначена для получения малотоксичных карбамидоформальдегидных смол типа КФ-К-МТ-20; группы II – в качестве антислеживающей добавки к карбамиду.

Достоинством разработанных и впервые внедренных в России патентно-чистых процессов получения КФ-концентрата является их экологичность, полное отсутствие сточных вод, минимальная концентрация метанола в готовом продукте, не превышающая 0,2% масс.

Конструкция абсорбционной колонны и оптимальные режимы абсорбции позволяют практически полностью извлекать  $\text{CH}_2\text{O}$  из формальдегид содержащего газа следующего состава, % об.

Таблица 1.3 - Формальдегид содержащего газа следующего состава, % об.

Метанол	0,070	$\text{H}_2\text{O}$	10,405
Диметиловый эфир	0,140	$\text{O}_2$	4,530
$\text{CO}$	1,600	Азот	76,700
$\text{CO}_2$	0,150	Муравьиная кислота	0,004
Формальдегид	6,400		

Неабсорбированные газообразные продукты из верха колонны направляются на всас газоотдувки и далее в реактор окислительного дегидрирования ме-

танола (около 75 % от их массы), а также в реактор каталитического дожигания СО до СО<sub>2</sub> (оставшихся 25% газа).

Вырабатываемый в ОАО «Тольяттиазот» КФ – концентрат равноценен по качеству продукции, производимой ведущими западноевропейскими фирмами «Arzo Nobel, Topse, Dynoresin и др. Расходные нормы по метанолу являются одни из самых низких, что указывает на высокую эффективность работы катализатора синтеза формальдегида. Об этом же свидетельствуют удельные расходы сырья, вспомогательных материалов и энергоресурсов, представленные в таблице 1.4

Таблица 1.4. - Удельные расходы сырья, вспомогательных материалов и энергоресурсов на 1 тонну 37%-го формалина (рассчитаны для производства 37% формалина со стандартной системой абсорбции).

Наименование	Единица измерения	Расход на 1 тн. 37% формалина
Сырье:		
- метанол	кг	420-422
- вода технологическая	кг	400
Вспомогательные материалы:		
-катализатор окисный железомолибденовый;	кг	0,04-0,05
- вода питательная на получение пара для компенсации потерь конденсата	кг	0,05
- масло АМТ – 300Т	кг	0,05

Продолжение таблицы 1.4

Наименование	Единица измерения	Расход на 1тн. 37% формалина
Энергоресурсы:		
-электроэнергия	кВт/час	80-100
-сжатый воздух техн. для продувок оборудования	нм <sup>3</sup>	0,1
-сжатый воздух КИП	нм <sup>3</sup>	20,0
-азот	нм <sup>3</sup>	1,5
-горячая вода	Гкал	0,07
-холод	Гкал	0,2
Энергоресурсы:		
-вода охлаждающая	м <sup>3</sup>	50

### 1.3 Физико-химические свойства карбамида

В зависимости от назначения выпускается карбамид марок А и Б. Марка А предназначена для промышленности и для животноводства, марка Б – в качестве удобрения.

Карбамид  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  (мочевина) или амид карбаминовой кислоты кристаллическое вещество без запаха. Технический продукт имеет белый или слегка желтоватый цвет. Чистый карбамид содержит 46,67% азота в амидной форме.

Таблица 1.5 Основные физико-химические константы карбамида [1,2]

Внешний вид	Белые иглы или ромбические призмы
Молекулярная масса	60,056

Продолжение таблицы 1.5

Внешний вид	Белые иглы или ромбические призмы
Температуру плавления, °С	
при 0,1 МПа	132,7
при 300,0 МПа	150,0
Плотность, т/м <sup>3</sup>	
при 0°С	1,335
при 25°С	1,330
при 132,7°С (жидкость)	1,225
Динамическая вязкость (при 132,7°С) мПа×с	2,58
Теплоемкость, Дж/(моль×К)	
при 25°С	93,198
при 136°С(жидкость)	127,864
Свободная энергия образования при 25°С, кДж/моль	197,3
Энтропия при 25°С, Дж/(моль×К)	104,67
Теплота:	
образования из простых веществ	
при 25°С, кДж/моль	333,3
плавления, кДж/кг	242,0
сгорания при 25°С, кДж/моль	632,5
растворения, кДж/кг	
в воде	242,0
в метаноле	195,1
в этаноле	210,2
в жидком аммиаке:	
при 26,4-31,5 °С	255,4

Продолжение таблицы 1.5

Внешний вид	Белые иглы или ромбические призмы
при 50-108,5 °С	134,0
при 25 <sup>0</sup> С, кДж/моль	333,3
плавления, кДж/кг	242,0
сгорания при 25 <sup>0</sup> С, кДж/моль	632,5
растворения, кДж/кг	
в воде	242,0
в метаноле	195,1
в этаноле	210,2
в жидком аммиаке:	
при 26,4-31,5 °С	255,4
при 50-108,5 °С	134,0
испарение из водных растворов при 3,3-59,9 кПа, кДж/моль	77,5
Теплопроводность, Вт/(м×К)	
кристаллов	80,0
жидкости при 135°С	0,42
Удельная электрическая проводимость жидкости при 135°С, См/м	0,435
Диэлектрическая проницаемость при 22°С и 4×10 <sup>5</sup> Герц, Ф/м	3,5±0,2
Константа диссоциации при 25°С	1,5×10 <sup>-14</sup>
Поверхностное натяжение при 132,7°С, Н/м	0,036
Дипольный момент при 25°С	
в воде	4,2 D
в ацетоне	4,38 D

Продолжение таблицы 1.5

в смеси ацетон-вода (20%ацетона)	6,25 D
в этаноле	4,51 D
Показателя преломления при 20°C	
Wd	1,484
Ed	1,602
Угол естественного откоса, град	
кристаллического продукта	37

Карбамид нагретый в вакууме до 120-130 °С, возгоняется без разложения. При более высоких температурах (160-190 °С) разлагается с образованием цианата аммония. При атмосферном давлении и температуре 180-190 °С карбамид распадается с образованием биурета, циануровой кислоты и аммелида. При температуре выше 200 °С карбамид разлагается на аммиак и циануровую кислоту.

Биурет – белый кристаллический продукт, образующий кристаллогидрат, - является продуктом конденсации двух молекул карбамида [2]:

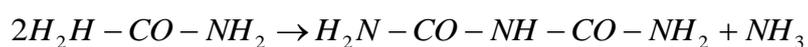


Таблица 1.6 - Растворимость биурета в воде [2]:

Растворимость,% (масс.)	0,5	2,0	7,0	20,0	53,5
Температура, °С	0	2,5	50	75	105,05

Карбамид в растворе практически устойчив при температуре не выше 80 °С. Растворимость карбамида в различных жидкостях и другие его свойства представлены в табл. [1.7]

Таблица 1.7 - Растворимость карбамида в воде

Температура, °C	Растворимость, % (масс.)	Температура, °C	Растворимость, % (масс.)
0	40,00	65	74,11
7	44,00	70	76,28
17	50,00	75,3	77,56
20	51,83	84,4	81,42
25	54,58	93,8	85,24
30	57,18	95	87,00
35	59,87	104,4	89,64
40	63,80	107	90,00
45	64,72	109,9	91,78
50	67,23	115,3	93,78
55	69,58	120	95,00
60	71,88		

Таблица 1.8- Растворимость карбамида в жидком аммиаке

Температура, °C	Растворимость, % (масс.)	Температура, °C	Растворимость, % (масс.)
-30	17,9	44,7	73,2
-26,4	20,8	44,9	73,2
-5,0	31,8	45,0	75,6
5,8	38,8	50,0	75,9
14,5	45,1	61,8	79,3
20,5	49,2	66,0	80,7
26,0	54,3	66,5	81,4

Продолжение таблицы 1.8

Температура, °С	Растворимость, % (масс.)	Температура, °С	Растворимость, % (масс.)
31,5	58,1	78,0	83,6
35,9	62,8	81,0	84,8
40,9	68,0	82,0	85,0
43,0	72,3	101,0	91,1

Таблица 1.9 - Растворимость (г/100г) карбамида в спиртах

Температура, °С	Спирт				
	этанол	пропанол	<i>i</i> - пропанол	<i>i</i> - бутанол	<i>i</i> - амиловый
0	2,6	1,6	-	1,0	-
10	4,0	2,0	-	1,3	0,7
20	5,4	2,6	6,2	1,7	1,2
30	7,2	3,6	-	2,3	1,6
40	9,3	4,8	-	3,1	2,1
50	11,7	6,2	-	3,7	2,7
60	15,1	7,7	-	4,4	3,4
70	20,2	9,8	-	5,3	4,1
80	-	12,3	23	6,3	4,9
90	-	17,0	-	8,2	5,5

Таблица 1.10 - Растворимость карбамида в системе  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{CH}_3\text{OH}$

Температура, °C	Растворимость г $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	Равновесная фаза	Метастабильная раствори- мость	
			г $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	Твердая фаза
	100 г $\text{CH}_3\text{OH}$		100 г $\text{CH}_3\text{OH}$	
-78	0,3		-	
-25	2,9	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{CH}_3\text{OH}$	-	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
-15	3,9		10,9	
-10	4,9		11,0	
0	7,7		14,2	
10	12,5		17,7	
15	16,4		19,7	
19	20,5	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{CH}_3\text{OH}$	21,4	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
20	22,0	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	-	-
30	27,7		-	-
40	35,3		-	-
50	46,0		-	-
60	62,8		-	-

Таблица 1.11- Растворимость карбамида в некоторых органических растворителях

Растворитель	Температура, °C	Растворимость, г/100 г раствори- теля
Этиловый эфир	15 – 20	0,0004
Глицерин	15	~50

Продолжение таблицы 1.11

Растворитель	Температура,	Растворимость, г/100г растворителя
Пиридин	20 – 25	0,96
Водный 50%-ный раствор пиридина	20 – 25	21,53
Этилацетат	25	0,08

\*Карбамид не растворим в хлороформе.

Таблица 1.12- Температура кипения (°C) водных растворов карбамида

Концентрация раствора, % (масс.)	Давление, кПа							
	13,3	26,6	39,9	53,2	66,5	79,8	93,1	101,3
0	52,0	66,6	76,4	83,5	89,0	93,8	98,0	100,4
10	52,3	66,8	76,4	83,8	89,6	94,3	98,5	100,8
20	52,9	67,9	77,7	85,0	90,8	95,6	99,8	102,2
30	54,0	68,6	78,9	86,1	92,1	96,9	101,2	103,7
40	55,3	70,2	80,3	87,7	93,6	98,7	103,0	105,4
50	57,2	72,5	82,4	89,8	95,8	101,0	105,4	107,7
60	60,1	75,5	85,0	92,8	98,7	104,0	108,3	110,8
70	64,9	79,8	89,5	97,2	103,3	108,5	112,7	115,2

Продолжение таблицы 1.12

Концентрация раствора, % (масс.)	Давление, кПа							
	13,3	26,6	39,9	53,2	66,5	79,8	93,1	101,3
75	-	83,0	92,6	100,5	106,5	111,5	115,7	118,0
80	-	86,6	96,9	104,5	110,6	115,4	119,4	121,5
85	-	91,6	102,5	109,9	115,7	120,4	124,2	126,0
90	-	-	110,6	117,4	122,9	127,3	130,7	132,5
95	-	-	121,3	127,7	132,4	136,3	139,6	141,2

Таблица 1.13 - Массовая доля карбамида в парах над его водными растворами

Общее давление над раствором,	Концентрация раствора, %	Температура кипения рас-	Концентрация карбамида в па-	Общее давление над раствором,	Концентрация раствора, %	Температура кипения рас-	Концентрация карбамида в па-
3,5	31,6	29,0	0,041	15,5	23,4	56,0	0,10
4,0	21,0	30,6	0,46	22,0	21,56	64,7	0,76
4,0	42,1	32,3	0,083	26,6	33,6	68,5	0,137
6,6	54,9	45,0	0,117	26,6	65,3	78,3	1,19
8,0	21,1	43,0	0,067	36,0	93,2	105,5	9,24
8,0	51,1	46,5	0,23	40,6	24,65	68,0	0,25
13,3	26,5	53,5	0,13	43,3	96,48	116,0	27,81
13,3	49,4	56,3	0,31	60,3	33,6	89,8	0,57
15,3	55,9	56,5	0,24	-	-	-	-

Таблица 1.14- Плотность и вязкость насыщенных водных растворов карба-  
мида

Концентрация карбамида, % (масс.)	Температура, °С	Плотность, г/м <sup>3</sup>	Вязкость, мПа · с
32,5	-11,5	1,103	-
40,0	0	1,122	2,52
50,0	17	1,141	2,04
60,0	35	1,158	1,82
70,0	56	1,176	1,73
80,0	78	1,193	1,84
85,0	91,5	1,202	2,03
90,0	104	1,210	2,35
95,0	119	1,220	2,58
100,0	132,6	1,227	2,58

Таблица 1.15 - Плотность и вязкость водных растворов карбамида при  
атмосферном давлении и температуре кипения

Концентрация карбамида, %	Температура кипения, °С	Плотность, г/м <sup>3</sup>	Вязкость, мПа · с
0	100,0	0,938	0,282
10	100,0	0,986	0,315
20	102,0	1,011	0,350
30	103,7	1,035	0,405
40	105,4	1,062	0,465
50	107,7	1,088	0,540
60	110,8	1,113	0,640

Продолжение таблицы 1.15

Концентрация карбамида, %	Температура кипения, °С	Плотность, т/м <sup>3</sup>	Вязкость, мПа · с
70	115,2	1,140	0,805
80	121,5	1,165	1,08
85	126,5	1,177	1,29
90	132,5	1,187	1,57
95	141,0	1,199	1,85
100	155,0	1,210	2,0

Таблица 1.16 -Поверхностное натяжение (Н/м) водных растворов карбамида

Концентрация карбамида, % (масс.)	Температура, °С								
	20	40	60	90	100	110	120	130	140
20	0,073	0,069	0,065	0,061	0,058				
30	1	4	7	8	6	-	-	-	-
40	0,073	0,069	0,065	0,061	0,057	-	-	-	-
50	5	3	5	0	0	-	-	-	-
60	0,073	0,069	0,065	0,061	0,057	-	-	-	-
70	5	2	4	3	4	0,054			
80	0,073	0,069	0,065	0,061	0,057	2			
90	5	2	3	1	0	0,053			
95	0,073	0,069	0,065	0,060	0,056	9	0,051	-	-
	5	2	2	9	8	0,053	2	0,048	0,046
	-	0,069	0,065	0,060	0,056	7	0,050	5	0
	-	2	1	7	5	0,053	8		
	-	-	0	6	3	-			

Продолжение таблицы 1.16

Концентрация карбамида, % (масс.)	Температура, °С								
	20	40	60	90	100	110	120	130	140
	-	-	-	0,060	0,056				
		-	-	4	0				

Таблица 1.17- Удельная теплоемкость водных растворов карбамида

Концентрация карбамида, % (масс.)	Температура, °С	Теплоемкость $C_p$ , мДж/(г·К)
20	22	3987,5
	55	3983,4
	77	3979,2
45	22	3177,8
	53	3265,7
	74	3269,9
70	76	1875,7

Таблица 1.18- Термодинамические функции карбамида в идеальном газовом состоянии

Температура, °С	$C_p \cdot \text{Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$	$S^0$ , Дж/(моль·К)	$H^0 - H_0/T$ , Дж/(моль·К)	$Z^0 - Z_0/I$ , Дж/(моль·К)
25	55,39	270,51	38,73	231,45
27	55,64	270,88	38,81	232,07

Продолжение таблицы 1.18

Температура, °С	$C_p \cdot \Delta T$ , Дж/(моль·К)	$S^0$ , Дж/(моль·К)	$H^0 - H_0/T$ , Дж/(моль·К)	$Z^0 - Z_0/T$ , Дж/(моль·К)
127	73,23	289,31	45,26	244,05
227	88,76	307,35	53,59	257,95
327	101,07	324,64	59,54	265,11
427	114,22	341,22	63,60	277,63
527	126,69	357,30	65,94	291,36
627	136,70	372,79	72,47	300,32
727	147,37	387,78	75,74	312,04

Таблица 1.19 - Насыпная плотность гранулированного карбамида (влажность продукта 0,5-1,7%)

Содержание [в % (масс.)] гранул размером, мм				Насыпная плотность, т/м <sup>3</sup>
2	2 – 1	1 – 0,5	0,5	
4,2	87,0	5,8	3,0	0,682
3,2	88,2	6,0	2,6	0,688
6,2	82,0	7,9	3,9	0,692
6,5	90,4	-	3,1	0,736
1,9	83,1	13,5	1,5	0,674
0,6	75,6	22,1	1,7	0,701
0,9	76,7	19,4	3,0	0,703

Продолжение таблицы 1.19

0,6	72,4	25,7	1,3	727
1,9	79,4	17,0	1,7	680
6,6	73,0	19,0	1,4	670
2,2	80,0	16,8	1,0	670
1,4	72,8	23,2	2,6	710
5,5	78,5	14,7	1,3	678

Номограмма для определения вязкости водных растворов карбамида [3] показана на рис.1. На правой шкале средней прямой нанесены массовые концентрации (С) растворов  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  (в %), на левой шкале этой прямой – температуры (tн), при которых растворы становятся насыщенными. Соединив точку заданной температуры на левой шкале (ti) с точки концентрации раствора на шкале (С) и продлив прямую до пересечения со шкалой вязкости  $\eta$  (Па·с), в точке пересечения найдем искомую вязкость раствора. Например, динамическая вязкость 50%- ного раствора карбамида при 60°C составляет 0,925 мПа·с, температура насыщения такого раствора tн=15 °С.

Изобарные теплоемкости  $C_p$  твердого карбамида имеют следующие значения:

t, °С	-13	-3	7	17	25	27	37	47
$C_p$ , Дж/(моль·К)	82,86	85,79	88,30	90,94	93,13	93,70	96,38	99,23

Давление паров аммиака ( $P_{\text{NH}_3}$ ) над насыщенными растворами карбамида в жидком аммиаке представлено ниже:

t, °С	-26,4	5,8	23,9	35,9	40,9	44,7
$P_{\text{NH}_3}$ , МПа	0,13	0,47	0,76	0,92	0,94	0,90
t, °С	44,9	61,8	81	82	101	
$P_{\text{NH}_3}$ , МПа	0,91	1,11	1,34	1,35	1,25	

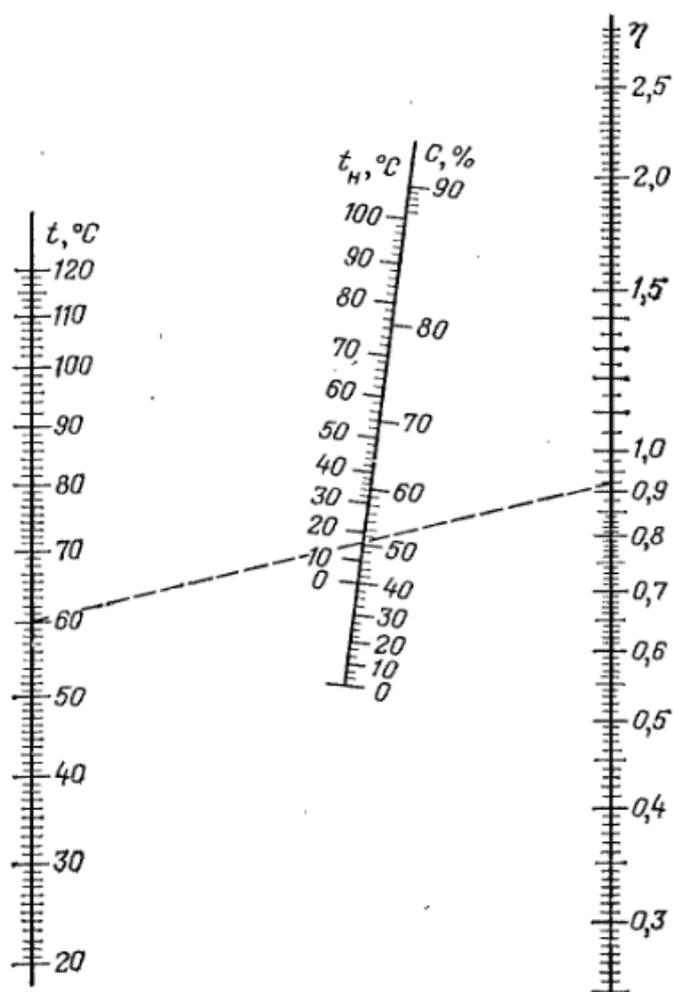


Рисунок 1.5- Номограмма для определения вязкости  $\eta$  (в мПа·с) водных растворов карбамида

Насыпная плотность кристаллического карбамида с содержанием воды 0,5% (масс.) составляет  $0,640 \text{ т/м}^3$ , насыпная плотность гранулированного продукта выше и зависит от его гранулометрического состава.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1. Описание процесса растворения карбамида в воде периодическим способом

Раствор карбамида концентрацией 50% получают растворением гранулированного карбамида в емкости поз. Е-401 проанализированным дренажным раствором из емкости Е-801 насосом Н-803 при отсутствие уровня обессоленной водой. Емкость Е-401 представляет собой: цилиндрический горизонтальный резервуар расположенный в бетонном приемнике на 3000 мм ниже уровня земли. Внутри емкость разделена на две части двумя металлическими сетками мелкого диаметра. Емкость Е-401 объемом 63000 литров длиной 9430мм диаметр 3000мм.

В верхней части первой половины емкости находится бункер для приема гранулированного карбамида из автотранспорта с производства карбамида. В нижней части находится барботер, через который происходит циркуляция раствора карбамида насосами Н-402<sub>1,2</sub>. Возможна подача пара для разогрева –воды до температуры 60°С перед загрузкой карбамида.

Во второй части емкости установлены два центробежных погружных насоса Н-402<sub>1,2</sub>, производительностью 45м<sup>3</sup> в час и напором 26 метров, которые предназначены для циркуляции раствора и перекачки раствора в емкости поз. Е-405<sub>1-4</sub>.

Насосы поз. Н-402<sub>1,2</sub> погружные, одноступенчатые с вертикальным валом. Привод насоса осуществляется от синхронного электродвигателя через упругую муфту. Вал насоса вращается в подшипниках скольжения, на которые подается перекачиваемая жидкость, и на шарике-подшипнике, расположенном в опорной стойке.

Погружными насосами поз. Н-402<sub>1,2</sub> раствор циркулируется через фильтр Ф-403 марки СДЖ 150-1.6-1.1 и кожухотубный теплообменник поз. Т-404, где

подогревается горячей водой. Возможна циркуляция по байпасу теплообменника Т-404 и фильтра. После отбора анализа и корректировки концентрации, раствор карбамида из емкости поз. Е-401 погружными насосами поз. Н402<sub>1,2</sub> перекачивается в сборники поз. Е-405<sub>1-4</sub>. Температура раствора карбамида контролируется по входу и выходу теплообменника Т-404 термопреобразователем ТЕ-111, 5ТЕ-112 и поддерживается в заданном диапазоне изменением подачи горячей воды на вход теплообменника посредством регулирующего клапана 5TV-112.

Разогрев раствора возможен подачей пара в линию циркуляции раствора карбамида.

Насосом поз. Н-406<sub>1</sub> осуществляется циркуляция раствора карбамида в сборнике поз. Е-405<sub>2-4</sub>, куда при необходимости предусмотрена подача частично обессоленной воды или процессорного конденсата, выдаваемого после колонны синтеза С-5004. Объем емкости Е-405<sub>1</sub> составляет 63000 литров. Объем емкостей поз. Е-405<sub>2,3,4</sub> по 50000 литров каждая.

Насосом поз. Н-406<sub>3</sub> осуществляется выдача готового раствора в процесс на наружную установку корп. 528/2 в колонну абсорбции поз. С-5002.

Насосом поз. Н-406<sub>2</sub> – резервный. Насосы Н-406<sub>1,2,3</sub> производительностью 12.5 м<sup>3</sup> в час, напор 32 метра.

Все емкостное оборудование узла приготовления раствора карбамида работает под атмосферным давлением.

Уровень раствора 25-70% в емкости поз. Е-401 контролируется уровнемером поз. 5LIR-405, который обеспечивает через АСУ ТП отключение насосов Н-406<sub>1-3</sub> при достижении раствором минимального уровня 20%. При достижении уровня раствора 70% и 25% на ЦПУ выдается сигнализация о максимальном и минимальном уровне раствора карбамида в емкости поз Е-401.

При уровне 20% инициируется блокировка на остановку насосов поз. Н-402<sub>1,2</sub>.

Уровень раствора в сборниках поз. E-405<sub>1-4</sub> контролируется посредством уровнемеров 5LT-406, 5LT-407, 5LT-408, 5LT-409 соответственно.

При достижении максимального уровня в заполняемом растворе баке АСУ ТП выдает команду на закрытие задвижки на подающем трубопроводе. При снижении уровня раствора до минимальной величины 10% выдается команда на отключение насосов Н-406.

Контроль температуры раствора карбамида в сборниках E-405 осуществляется термопреобразователями 5TE-113, 5TE-114, 5TE-115, 5TE-116.

Температуры раствора карбамида выдаваемого в колонну адсорбции С-5002 и на линии циркуляции сборника E-405 контролируются по 5TE-188 и 5TE-117.

Также предусмотрены местные приборы, контролирующие температуру раствора карбамида на нагнетание насосов на входе и на выходе теплообменника, воды на входе и выходе теплообменника, давления на входе на выходе фильтров очистки, расход воды на входе в емкость поз. E-401.

## **2.2 Описание процесса растворения карбамида в воде непрерывным способом**

В емкость E-401<sub>1</sub> подают обессоленную воду и подогревают острым паром до 60°C. После разогрева, насосами Н-402<sub>1,2</sub>, воду циркулируют по схеме E-401<sub>1</sub>-Ф-403<sub>1</sub>-Т404<sub>1</sub>- E-401<sub>1</sub>. Открывают вентили на вход и выход горячей воды для теплообменника Т-404. После того как температура в схеме E-401<sub>1</sub>-Ф-403-Т404- E-401<sub>1</sub> стабильна, загружают в емкость E-401<sub>1</sub> карбамид, достигнув концентрации водного раствора 50%, открывается линия перекачки раствора в емкости E-405<sub>1-4</sub>, где поддерживается температура выше температуры кристаллизации 50% раствора карбамида. Во время скачивания водного раствора по схеме E-401<sub>1</sub>-Ф-403-Т404- E-405<sub>1-4</sub>, подготавливают к работе емкость E-401<sub>2</sub>, подавая обессоленную воду, разогревая острым паром и циркулируя по схеме

Е-401<sub>2</sub>-Ф-403<sub>2</sub>-Т404<sub>2</sub>- Е-401<sub>2</sub>, после приготовления 50% -го раствора насосами Н-402<sub>3,4</sub> перекачивают в Е-405<sub>1-4</sub>, в это время начинает работать схема растворения карбамида Е-401<sub>1</sub>-Ф-403-Т404- Е-401<sub>1</sub>. Раствор карбамида из Е-405<sub>1-4</sub> поступает в колонну адсорбции С-5002.

### 2.3 Порядок действия приготовления раствора карбамид

а) Проверить чистоту кузова автомашины для транспортировки карбамида.

б) Проверить наличие воды или остатков раствора карбамида в емкости Е-401

в) Проверить наличие сетки в приемном бункере, освободить ее от посторонних предметов.

г) Согласовать с персоналом склада карбамида загрузку автомашины, в количестве из расчета заданной концентрации раствора карбамида – 50% из расчета заполнения емкости Е-401 на 80%(0,8) или 53,6 м<sup>3</sup>:

$$QK = (53,6 \times C \%) / 100\% = (53,6 \times 1,1178 \times 50) / 100 = 29,96 \text{ т} \quad (2.1)$$

где: QK – количество сухого карбамида, т.

V – объем емкости для растворения карбамида, м<sup>3</sup>.

C-концентрация раствора карбамида, %.

p- плотность 50% раствора карбамида при температуре 60°C = 1,1178 т/м<sup>3</sup>.

P<sub>1</sub>-плотность 100% карбамида = 0,7-0,8 т/м<sup>3</sup>.

д) Залить процессорный конденсат (при первом пуске частично обессоленную воду) из расчета заданной концентрации раствора карбамида – 50% и заказного количества сухого карбамида:

$$QV = 53,6 \times p - QK = 53,6 \times 1,1178 - 29,96 = 29,95 \text{ т.}, \quad (2.2)$$

где составит 46,5% по 5LIRSAHL-405.

При растворении карбамида с помощью острого пара воды залить 80% от расчетного количества.

Во время работы, когда количество растворенного карбамида в емкости Е-401 остается 30% или 18 м<sup>3</sup> или  $18 \times 1,1178 = 20,1$  т 50% раствора карбамида или 10,05 т сухого карбамида.

Соответственно карбамида необходимо принимать меньше на количество содержащееся в остатке раствора или:

$$29,96 - 10,05 = 19,91 \text{ т.}$$

Количество процессорного конденсата для залива составит:

Правило креста:

Массы исходных растворов для приготовления смеси обратно пропорциональны разности между концентрацией заданного и менее концентрированного раствора и разности между концентрацией принимаемого и заданного раствора, то есть:

$$M_1 / M_2 = C_2 - C_3 / C_3 - C_1 \quad (2.3)$$

Пример:

50% - концентрация раствора в емкости Е-401 и уровень в емкости Е-401 – 30%, массой 20,1 т.

$C_3$  – 50% концентрация заданного раствора.

$C_1$  – 0% концентрация процессорного конденсата.

$C_2$  – 100% концентрация загружаемого карбамида

$M_1$  – масса заливаемого процессорного конденсата

$M_2$  – масса загружаемого карбамида

$$19,91 / M_1 = (100 - 50) / (50 - 0) \quad X = (19,91 \times 50) / 50 = 19,91 \text{ т,}$$

$$\text{или } 18 + 19,91 = 37,91 \text{ м}^3,$$

или долить процессорный конденсат от 30% остатка (18 м<sup>3</sup>) до 37,91 м<sup>3</sup>,

или до 56% по 5LIRSAHL-405

е) Подготовить к пуску насос поз. Н-402 .

ё) Открыть арматуру на байпасе фильтра и теплообменника Т-404 и включить в работу насос Н-402 на циркуляцию раствора в емкости Е-401.

ж) Подать пар в барботер емкости для разогрева процессорного конденсата до температуры 60°C по TR-111 и отключить подачу пара.

з) Заполнить подогретым раствором фильтр и теплообменник Т-404, а также заполнить теплообменник Т-404 горячей водой, открывая арматуру по выходу и по входу в теплообменник по обоим потокам, выпустить воздух по воде и раствору через вентилявоздушники.

и) Отрегулировать работу клапана TCV-112 и перевести его в автоматическое управление. Байпас теплообменника Т-404 и фильтра закрыть.

к) Встретить и осмотреть качество завезенного карбамида внешним осмотром.

д) При отсутствии замечаний к качеству карбамида разрешить освобождение первой порции карбамида из кузова автомашины в приемный бункер, при этом контролируя увеличение расхода воды через теплообменник и не допуская снижения температуры раствора по входу в теплообменник по TR-111 ниже 30°C.

м) Циркулируя раствор насосом Н-402 через теплообменник Т-404, разогреть раствор карбамида до 40-50 °С по TR-111 горячей водой подаваемой в Т-404, регулируя расход горячей воды клапаном TCV-112 и разрешить освобождение второй порции карбамида, при его соответствии качеству из кузова автомашины в приемный бункер, продолжая подогревать раствор подачей горячей воды в теплообменник Т-404.

н) Аналогично пунктам «л.м» произвести прием и растворение следующих порций карбамида, не прекращая циркуляцию и подогрев раствора горячей водой. При этом вентиль перед теплообменником Т-404-анализная точка должен быть приоткрыт.

Температуру раствора при растворении последней порции карбамида по TR-111 в емкости Е-401 поддерживать не более 36°C.

о) Вести циркуляцию раствора с ежечасным отбором пробы через вентиль перед теплообменником Т-404 для определения концентрации. При стабилизации концентрации подготовить технологическую схему для перекачивания растворенного карбамида в один из сборников поз. Е-405.

п) Способы выполнения анализа на определение концентрации раствора карбамида с пробы, отобранной с линии циркуляции раствора перед Т-404:

1 Методом потенциометрического титрования, когда визуально при охлаждении и помешивании раствора в колбе спиртовым термометром со шкалой 1-100°C определяют температуру выпадения первых кристаллов и по этой температуре определяют концентрацию раствора по ниже приведенной таблице:

Таблица 2.1- Зависимости концентрации раствора карбамида от температуры кристаллизации

T, °C	C, %								
17,2	50,0	26,3	55,2	35,4	60,0	46,0	65,0	56,5	70,0
17,5	50,2	26,7	55,4	35,8	60,2	46,4	65,2	57,0	70,2
17,8	50,4	27,0	55,6	36,2	60,4	46,8	65,4	57,4	70,4
18,2	50,6	27,4	55,8	36,6	60,6	47,2	65,6	57,8	70,6
18,6	50,8	27,7	56,0	37,1	60,8	47,7	65,8	58,3	70,8
19,0	51,0	28,1	56,2	37,5	61,0	48,1	66,0	58,7	71,0
19,4	51,2	28,5	56,4	37,9	61,2	48,5	66,2	59,2	71,2
19,7	51,4	28,9	56,6	38,3	61,4	48,9	66,4	59,6	71,4
20,1	51,6	29,3	56,8	38,7	61,6	49,3	66,6	60,0	71,6
20,4	51,8	29,3	57,0	39,2	61,8	49,8	66,8	60,4	71,8
20,8	52,0	30,0	57,0	39,6	62,0	50,2	67,0	60,8	72,0

21,2	52,2	30,4	57,2	40,0	62,2	50,6	67,2	61,2	72,2
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Продолжение таблица 2.1

T, °C	C, %								
21,5	52,4	30,7	57,4	40,4	62,4	51,0	67,4	61,7	72,4
21,9	52,6	31,1	57,6	40,8	62,6	50,4	67,6	62,1	72,6
22,2	52,8	31,4	57,8	41,3	62,8	50,9	67,8	62,6	72,8
22,6	53,0	31,8	58,0	41,7	63,0	52,3	68,0	63,0	73,0
23,0	53,2	32,2	58,2	42,2	63,2	52,7	68,2	63,5	73,2
23,3	53,4	32,6	58,4	42,6	63,4	53,1	68,4	63,9	73,4
23,7	53,6	32,9	58,6	43,0	63,6	53,5	68,6	64,7	73,6
24,0	54,0	33,2	58,8	43,5	63,8	54,0	68,8	65,1	73,8
24,4	54,2	33,6	59,0	43,9	64,0	54,4	69,0	65,5	74,0
24,9	54,4	33,9	59,2	44,3	64,2	54,7	69,2	66,0	74,2
25,2	54,6	34,3	59,4	44,7	64,4	55,2	69,4	66,4	74,4
25,6	54,8	34,7	59,6	45,1	64,6	55,6	69,6	66,9	74,6
25,9	55,0	35,0	59,8	45,6	64,8	56,1	69,8	67,3	74,8

Заполнение карбамидом сборников поз. Е-4051,2,3,4

а) открыть электрозадвижку в заполняемую емкость и закрыть арматуру на входе раствора карбамида в емкость Е-401, контролировать при этом температуру раствора в линии заполнения сборников, повышение уровня в сборнике Е-405 и снижение уровня в сборнике-растворителе карбамида поз. Е-401.

б) При уровне в сборнике Е-405 более 90% электрозадвижка на линии заполнения закрывается. Перевести насос Н-402-1,2 с заполнения сборников на циркуляцию емкости Е-401, открыв арматуру после теплообменника Т-404 в емкость Е-401.

Циркуляция раствора карбамида в сборнике поз. Е-405-1,2,3,4.

а) открыть вентиль из заполненного сборника в коллектор всаса насоса Н-406-1,2 и вентиль на всасе насоса Н-406-1.

б) Подготовить к пуску насос Н-406-1

в) Кнопкой на месном ключе управления открыть электрозадвижку на линии циркуляции раствора карбамида в заполненный сборник Е-405.

г) Включить в работу насос Н-406 на циркуляцию раствора в емкости Е-405 и вести циркуляцию не менее 3-х часов.

д) Контролировать температуру и уровень раствора карбамида в сборниках Е-405 по показаниям уровнемеров по месту и на ЦПУ.

Выдача раствора карбамида в колонну абсорбции поз. С-5002.

а) Открыть вентиль из процркулированного сборника Е-405 в коллектор выдачи раствора карбамида на всас насоса Е-406-3 и вентиль на всасе насоса Н-406-3.

б) Подготовить к пуску насос Н-406-3

в) При согласовании с аппаратчиком синтеза открыть вентиль на линии выдача раствора карбамида в корпус 528/2.

г) Включить в работу насос Н-406-3 на выдачу раствора карбамида в корпус 528/2.

д) Контролировать температуру выдаваемого раствора карбамида и давление на нагнетании насоса Н-406.

Насос Н-406-2 может работать как на циркуляцию раствора карбамида, так и на выдачу, при этом он обеспечен арматурой на всасывающем трубопроводе в с коллектора циркуляции и с коллектора на выдачи, также имеются вентиль с линии нагнетания насоса на циркуляцию и на выдачу.

## **2.4 Контроль производства и управления технологическим процессом**

Контроль производства и управления технологическим процессом представлен в таблице А.1 в приложении А.

## 2.5 Характеристика основного оборудования

Таблица 2.2- Характеристика емкостного оборудования

Номер поз.	Наименование оборудования	Кол -во	Материал	Техническая характеристика
Е-401	Растворитель карбамида	1	Сталь 12Х18Н10Т + сталь углерод.	Д = 3000 мм; L = 9430 мм; V = 63 м <sup>3</sup> . Среда: 50 % раствор карбамида с температурой 60 °С. Р <sub>раб</sub> = атм. Аппарат теплоизолируется.
Е-405/1-3	Напорный бак раствора карбамида	3	Сталь 12Х18Н10Т	Д = 3200 мм; Н = 7780 мм; V = 50 м <sup>3</sup> . Среда: 50% раствор карбамида с температурой 50 °С. Среда в рубашке: вода горячая с температурой 95 °С. Р <sub>раб</sub> = атм. Аппарат теплоизолируется.
Е-405/4	Напорный бак раствора карбамида	1	Сталь 12Х18Н10Т	Д = 3000 мм; Н = 9050 мм; V = 63 м <sup>3</sup> . Среда: 50% раствор карбамида с температурой 50 °С. Среда в змеевике: вода горячая с температурой 95 °С. Р <sub>раб</sub> = атм. Аппарат теплоизолируется.

Таблица 2.3- Характеристика теплообменного оборудования

Номер поз.	Наименование оборудования	Кол -во	Материал	Техническая характеристика
Т-404	Теплообменный аппарат	1	12Х18Н10Т	<p><math>F = 13,7 \text{ м}^2</math>.</p> <p>Габариты 1095*470*1084 мм.</p> <p>Количество пластин – 59 шт.,</p> <p>Количество ходов – 1.</p> <p>Нагреваемая среда – 50% (масс.) раствор карбамида.</p> <p><math>P_{\text{раб}} = 0,26 \text{ МПа}</math> (2,6 кгс/см<sup>2</sup>);</p> <p><math>T_{\text{раб}} = 40 \rightarrow 80 \text{ }^\circ\text{C}</math>.</p> <p>Охлаждаемая среда – вода горячая</p> <p><math>P_{\text{раб}} = 0,5 \text{ МПа}</math> (5,0 кгс/см<sup>2</sup>);</p> <p><math>T_{\text{раб}} = 95 \rightarrow 70 \text{ }^\circ\text{C}</math>.</p>

Таблица 2.5 - Характеристика насосного оборудования

Номер поз.	Наименование оборудования	Кол -во	Материал	Техническая характеристика
Н-402/1,2	Насос центробежный погружной АХПЕ 45/31а-3,0-К-СД	2	Сталь 12Х18Н10Т	<p><math>Q = 45 \text{ м}^3/\text{ч}</math>;</p> <p><math>H = 26 \text{ м вод. ст.}</math></p> <p>Глубина погружения – 3000 мм.</p> <p>Среда: раствор карбамида с температурой 45 °С.</p> <p>Электродвигатель:</p> <p><math>N = 18,5 \text{ кВт}</math>; <math>n = 1450 \text{ об/мин}</math>;</p> <p><math>U = 220/380 \text{ В}</math>.</p>
Н-406/1-3	Насос центробежный АХ 50-32-160К-СД-У2	3	Сталь 12Х18Н10Т	<p><math>Q = 12,5 \text{ м}^3/\text{ч}</math>;</p> <p><math>H = 32 \text{ м вод. ст.}</math></p> <p>Среда: раствор карбамида с температурой 45 °С.</p> <p>Электродвигатель:</p> <p><math>N = 5,5 \text{ кВт}</math>; <math>n = 2900 \text{ об/мин}</math>;</p> <p><math>U = 220/380 \text{ В}</math>.</p>

## 2.6 Аналитический контроль узла растворения карбамида в воде

### Определение буферной емкости карбамида

Методика предназначена для определения буферной емкости раствора карбамида и соответствует международному стандарту ISO 2751-1973 (E).

Принцип метода – потенциометрический, основан на определении количества 0,05 н раствора соляной кислоты, пошедшего на изменение рН с 8 до 6 рабочего образца, содержащего 100г карбамида в 1000см<sup>3</sup> раствора.

1 Средства измерений, реактивы, материалы:

- рН-метр типа ЭВ-74 или другой марки с чувствительностью 0,05 единиц рН;

- стеклянный электрод типа ЭСЛ-63-07;

- хлорсеребряный электрод типа ЭВЛ-I МЗ;

- химический стакан вместимостью 600см<sup>3</sup> по ГОСТ 1770-74;

- колба мерная вместимостью 500см<sup>3</sup> по ГОСТ 1770-74;

- бюретка емкостью 25 см<sup>3</sup> по ГОСТ 20292-74;

- вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72;

- кислота соляная, стандартный титрованный раствор 0,05 N;

- гидроокись натрия, стандартный титрованный раствор 0,05 N;

- буферный раствор для проверки прибора со значениями рН=9,22.

Способ приготовления: растворить в воде 3,81±0,01 г. Натрия тетраборнокислого декагидрата ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times 10\text{H}_2\text{O}$ ), количественно перевести раствор в мерную колбу емкостью 1000см<sup>3</sup>, довести до метки водой, перемешать. Срок хранения раствора – один месяц в плотно закрытой емкости рН буферного раствора при 20% составляет 9,22.

- буферный раствор для проверки прибора со значениями рН=5,40. Способ приготовления: растворить в 500см<sup>3</sup> воды 10,21±0,01 г кислого фталата калия ( $\text{COOH-C}_6\text{H}_4\text{-COOK}$ ), при постоянном перемешивании добавить 70,90см<sup>3</sup>

0,5 н. стандартного титрованного раствора гидроокиси натрия. Полученный раствор количественно перенести в мерную колбу емкостью 1000см<sup>3</sup>, довести до метки водой, перемешать. Срок хранения раствора – один месяц в плотно закрытой емкости рН буферного раствора при 20 °С составляет 5,40;

- азот газообразный, свободный от углекислоты.

## 2 Подготовка к выполнению измерений

рН-метр готовят к работе согласно инструкции на прибор. Электроды промывают дистиллированной водой. Прибор проверяют по буферным растворам, приготовленным по п.1, убеждаются в правильности показаний.

## 3 Подготовка пробы.

Взвесить 50,0 г опытного образца карбамида, поместить в химический стакан подходящего объема (например, 500см<sup>3</sup>), добавить примерно 300см<sup>3</sup> воды и перемешать до полного растворения пробы. Количественно перевести раствор в мерную колбу емкостью 500см<sup>3</sup>, довести водой до метки, перемешать.

## 4 Выполнение измерений

Перелить испытуемый раствор карбамида в сухой химический стакан подходящего объема.

Электроды предварительно промывают водой и после этого погружают в пробу, налитую в химический стакан. Его содержимое термостатируют до 20°С и перемешивают, чтобы состав раствора у поверхности электрода соответствовал истинному составу. Во время проведения измерений над поверхностью жидкости пропускают небольшой ток азота.

Если значение рН больше или равно 8,5, титрование необходимо вести 0,05 н. раствором соляной кислоты при помощи бюретки порциями по 0,25 см<sup>3</sup>, каждый раз фиксируя показания прибора после размешивания раствора в течение 5-10 секунд, пока рН раствора не будет равен примерно 5,5.

Если значение рН меньше 8,5, титрование необходимо вести 0,05 н. раствором гидроокиси натрия, из бюретки порциями по 0,25 см<sup>3</sup>, фиксируя показани-

ния рН-метра при каждом добавлении щелочи после размешивания раствора в течение 5-10 секунд. Титрование вести до достижения рН=8,5. Затем добавить из бюретки такое количество кислоты, чтобы получить начальное значение рН. Продолжить титрование соляной кислотой, выполняя вышеуказанные инструкции до достижения рН раствора примерно 5,5.

#### 5 Построение градуировочной кривой

На миллиметровке строят график, откладывая на оси ординат значения рН (10мм=0,1 ед. РН), а на оси абсцисс – соответствующее количество см<sup>3</sup> 0,05 N раствора соляной кислоты (10мм=0,5 см<sup>3</sup>).

#### 6 Вычисление результатов измерений.

По полученной калибровочной кривой определить количество см<sup>3</sup> 0,05 н. раствора соляной кислоты, израсходованной на титрование раствора карбамида с рН=8 до рН=6. Это число является буферной емкостью (буферным коэффициентом) карбамида.

## 3 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

### 3.1 Энергетический баланс узла растворения карбамида

#### Расчет теплового баланса

1) Нагрев воды до 60°C. (с 25°C) 1000кг:

$$Q = G \cdot C_p \cdot \Delta t, \quad (3.1)$$

$$Q = 1000 \text{ кг} \cdot 1 \text{ ккал/кг} \cdot \text{град} \cdot 35^\circ \text{C} = 35000 \text{ ккал} = 146650 \text{ кДж}$$

2) Компенсация охлаждения р-ра за счёт растворения карбамида:

$$Q = G \cdot \Delta H_{\text{раств}} = 1000 \text{ кг} \times 57,8 \text{ ккал/кг} = 57800 \text{ ккал} = 242182 \text{ кДж}$$

3) Поддерживание температура при циркуляции и растворении:

$C_p$  (средняя доля 50%-го раствора карбамида)

$$= 1 \text{ ккал/кг} \cdot \text{град} \cdot 0,5 + 0,321 \text{ ккал/кг} \cdot \text{град} \cdot 0,5 = 0,5 + 0,1605 = 0,6605 \text{ ккал}$$

$$Q = G \cdot C_p \cdot \Delta t \quad (3.2)$$

$$Q = 2000 \text{ кг} \cdot 0,6605 \text{ ккал/кг} \cdot 15^\circ \text{C} = 19,515 \text{ кг} \cdot 83024,85 \text{ кДж}$$

$$\Sigma Q_{\text{на 1т карбамида}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 471856,85 \text{ кДж}$$

$$\Sigma_{\text{на 2ч 3-ю стадию на 1т. карбамида}} = 325206,82 \text{ кДж}$$

Если 1 час 4,58т, то:

$$Q = 325206,82 \text{ кДж/т} \cdot 4,58 \text{ т/ч} = 1489447,2 \text{ кДж/ч} = 1489447,2 \text{ кВт}$$

Расход воды (95 до 70 °C):

$$G_v = Q / (C_p \cdot \Delta t) \quad (3.3)$$

$$1489447,2 \text{ кВт} / (0,9 \cdot 4,19 \cdot 25^\circ \text{C}) = 1489447,2 / (94,275 \text{ кДж/кг}) = 15798,9 \text{ кг}$$

Если на 1 тонну карбамида или на 2 тонны 50%-го раствора, то:

$$16/4,58 = 3,49 \text{ Тв/Ткарб.}$$

Или если на 50%-й раствор:  $16/(4,58 \cdot 2) = 1,747 \text{ Тв/Тр-ра}$

Таблица 3.1 Тепловой баланс узла растворения.

Статьи прихода	Теплота, кДж/ч	Статьи расхода	Теплота, кДж/ч
Теплота для компенсации охлаждения раствора	242 182	Теплота растворения	325206,82
Теплота образующая при циркуляции карбамида	83 024,85		
Итого:	325206,82	Итого:	325206,82

### 3.2 Материальный баланс реакционного узла.

В ходе процесса, растворения карбамида водой, побочных реакций не происходит.

Процесс растворения карбамида непрерывным способом занимает около 24 часа и растворяется примерно 110 000 кг. ( $Q_{\text{час}} = 4,58 \text{ т/час}$  .)

$$n((NH_2)_2CO_{(г)}) = \frac{4580}{60} = 73,33 \text{ кмоль}$$

$$n(H_2O_{(ж)}) = \frac{4580}{18} = 254,44 \text{ кмоль.}$$

Таблица 3.2 Материальный баланс реакционного узла.

Статьи прихода			Статьи расхода		
компонент	кг/ч	кмоль/ч	компонент	кг/ч	кмоль/ч
Карбамид	4,58	76,33	Раствор 50%-ый	9,16	-
H <sub>2</sub> O	4,58	254,44			
ИТОГО:	9,16	330,77	ИТОГО:	9,16	-

### 3.3 Расчет теплообменного аппарата

Теплообменный аппарат Т-404 является основным аппаратов технологической схемы. Конструктивный расчет выполнен в программе «Теплос». Выбор программы обусловлен возможностью выбрать оптимальные параметры аппарата выполнив количество промежуточных расчетов, а также удобством изменения параметров теплообменного аппарата.

В результате предварительных расчетов выберем теплообменник (таблица 3.3.1.)

Таблица 3.3 – Характеристики теплообменника

Тип теплообменника	Охлаждение - нагревание
Тип конструкции аппарата	Кожухотрубный
Форма кожуха	Цилиндрический
Оребрение	Без ребер
Перегородки	Сегментные
Тип тока теплоносителей	Противоток
Место горячего потока	Горячий в межтр. Пр-ве
Тип расчета	проектный
Форма труб	U-образный
Ориентация аппарата к горизонтали	Горизонтальный

Вода проходящая через трубное пространство теплообменника нагревает раствор карбамида проходящий через межтрубное пространство. Состав потоков приведен в таблице 3.4

Таблица 3.4 – Состав потоков.

Поток в трубках	% масс.	Поток в межтрубном пространстве	% масс.
H2O	100	CH4N2O	50
		H2O	50

Для расчета теплообменного аппарата необходимы теплотехнические данные характеризующие потоки веществ, между которыми происходит теплообмен, и материала аппарата. Они приведены в таблице 3.3.3

Таблица 3.5- Теплотехнические характеристики сред

Технологические данные	размерность	Трубки	Межтрубное пространство
Температура потока на входе	С	90	40
Температура потока на выходе	С	70	85
Давление потока	ата	5	2
Расход потока	кг/час	70309	55740
Теплоемкость	кДж/(кг*К)	4,20566	2,287
Теплопроводность	Вт/(м*К)	0,666918	0,6335
Вязкость	кг/(м*с)	0,000354801	0,0004631
Плотность	кг/м <sup>3</sup>	971,2	1170

Примем следующие характеристики теплообменного аппарата(таблица 3.6)

Таблица 3.6 -Конструктивные характеристики

Конструктивные данные	Размерность	Значение
Внутренний диаметр кожуха	мм	800
Наружный диаметр теплообменных труб	мм	20
Толщина теплообменных труб	мм	2
Поперечный шаг труб	мм	26
Число ходов по трубам	б/р	1
Число труб	шт	672
Длина теплообменных труб	мм	7567
К-т теплопроводности труб	Вт/(м*К)	47
К-т теплопередачи	Вт/(м <sup>2</sup> *К)	412
Поверхность теплообмена	м <sup>2</sup>	319,5
К-т термического загрязнения в трубах	(м <sup>2</sup> *К)/Вт	0,00015
К-т термич. Загрязнения в межтр пр-ве	(м <sup>2</sup> *К)/Вт	0,00015
Шероховат. Внутренней пов-ти труб	мм	0,2
Шероховат. Внешней пов-ти труб	мм	0,2
К-т линейного расширения материала труб	1/град	0,0000096
К-т линейного расширения материала кожуха	1/град	0,0000126
Тепловые потери в окр.среду	%	3
Запас пов-ти	%	20

Результаты расчета можно представить в виде таблиц:

Таблица 3.7

	Размерность	Трубки	Межтр. Пр-во
Площадь проходного сечения	м <sup>2</sup>	0,135045	0,124215
Скорость потока	м/с	0,1489	0,101539
Критерий Рейнольдса	б/р	6521	5130
К-т теплопередачи	Вт/(м <sup>2</sup> *К)	1264	947
Гидравлическое сопротивление	кг/см <sup>2</sup>	0,002653 52	0,0057858
Средняя температура потока	С	80	62,5

Таблица 3.8

Характеристика	Размерность	Значение
Тепловая нагрузка на аппарат	МВт	1,59347
Температура внутренней стенки трубы	С	74,3025
Температура наружной стенки трубы	С	70,1061
Средняя температура стенки труб	С	72,2043
Температурный напор	С	14,537
Разн. температур м/у кожухом и тру- бами	С	9,70428
Разность удлинений кожуха и труб	мм	0,259857

Разница удлинений кожуха и корпуса не превышает 1мм. Значит, теплообменный аппарат выдержит условия эксплуатации. Соответственно принятые размеры кожуха, труба также их количества верны.

## 4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Дипломный проект носит прикладной характер и относится к проектированию установки растворения карбамида.

Сырьем для получения карбамидоформальдегидных смол служит формальдегид и карбамид. Карбамид до взаимодействия с формальдегидом растворяют в воде. В данной работе сравнивается два способа растворения карбамида: первый способ (базовый) – периодический, второй способ (проектный) – непрерывный.

В связи с этим расчет экономического эффекта заключается в сравнении базового и проектированного варианта по монтажу, стоимости и срокам окупаемости.

Базовым документом, определяющим состав затрат, включением их в себестоимость и порядок их расчета является положение «О составе затрат по производству и реализации продукции и о порядке формирования финансовых результатов, учитываемых при налогообложении прибыли» (постановление правительства № 552 от 5.08.1992 г. в редакции 1999 года). В соответствии с ним, себестоимость продукции представляет собой стоимостную оценку используемых в процессе производства природных ресурсов, сырья, материалов, топлива, энергии, основных фондов, трудовых ресурсов и других затрат на ее производство и реализацию. Постановление № 552 определяет как состав затрат, так и порядок их учета. Для некоторых видов затрат предусмотрены нормативы (лимиты), т.е. в себестоимость можно включать затраты по факту не выше норматива.

#### 4.1 Описание производства и маркетинговый анализ.

В данном дипломном проекте при разработке синтеза карбамидофольмадегидного концентрата(КФК). При выборе необходимого оборудования, учитывались параметры технологических расчетов. Из ниже перечисленных вариантов представленные в таблице(4.1.). Теплообменный аппарат выбран фирмы Alfa-Laval M10-BFG ЗАО «Единый Сервисный Центр».

Таблица 4.1- Маркетинговый анализ

Наименование модели	Технические характеристики оборудования	Стоимость обслуживания	Цена/ Общая стоимость оборудования с установкой.
Теплообменник M10-BFG	Расход воды 50 м <sup>3</sup> /л Площадь поверхности пластин 0,5 м <sup>2</sup> Максимальная площадь теплообмена 90 кв. м Макс. рабочая температура 150 С Диам. Патрубков 100 мм Площадь пластин до 0,5 кв.м Максимальная площадь теплообмена до 90 кв.м Расход воды 50 м <sup>3</sup> /ч Давление до 32 Кол-во ходов одноходовой Материал уплотнений EPDM Материал пластин AISI 316 - 0,5 мм Вес от 289 до 469 кг	Осмотр оборуд. бесплатно Годовое обслуживание 14850 руб. Разборная промывка 10890 руб. Безразборная промывка 12870 руб. Ремонт 11979 руб. Монтаж 34650 руб. Демонтаж 17325 руб.	136382руб./ 238,946 руб.

Продолжение таблицы 4.1

Наименование модели	Технические характеристики оборудования	Стоимость обслуживания	Цена/ Общая стоимость оборудования с установкой.
Теплообменник М10-ВФМ	<p>Макс. рабочая температура 150 С</p> <p>Диаметр патрубков 100 мм</p> <p>Площадь пластин до 0,5 кв.м</p> <p>Максимальная площадь теплообмена до 90 кв.м</p> <p>Расход воды 50 м3/ч</p> <p>Давление до 32</p> <p>Кол-во ходов одноходовой</p> <p>Материал уплотнений EPDM</p> <p>Материал пластин AISI 316 - 0,5 мм</p>	<p>Осмотр оборуд. бесплатно</p> <p>Годовое обслуживание 14850 руб.</p> <p>Разборная промывка 10890 руб.</p> <p>Безразборная промывка 12870 руб.</p> <p>Ремонт 11979 руб.</p> <p>Монтаж 34650 руб.</p> <p>Демонтаж 17325 руб.</p>	<p>139137руб/ 241,701руб.</p>

Продолжение таблицы 4.1

Наименование модели	Технические характеристики оборудования	Стоимость обслуживания	Цена/ Общая стоимость оборудования с установкой.
Теплообменник М10-МFG	<p>Макс. рабочая температура 150 С</p> <p>Диаметр патрубков 100 мм</p> <p>Площадь пластин до 0,5 кв.м</p> <p>Максимальная площадь</p> <p>Теплообмена до 90 кв.м</p> <p>Расход воды 50 м3/ч</p> <p>Давление до 32</p> <p>Кол-во ходов одноходовой</p> <p>Материал уплотнений EPDM</p> <p>Материал пластин AISI 316 - 0,5 мм</p> <p>Вес от 295 до 396 кг</p>	<p>Осмотр оборуд. бесплатно</p> <p>Годовое обслуживание 14850 руб.</p> <p>Разборная промывка 10890 руб.</p> <p>Безразборная промывка 12870 руб.</p> <p>Ремонт 11979 руб.</p> <p>Монтаж 34650 руб.</p> <p>Демонтаж 17325 руб.</p>	<p>135427руб/ 237791руб.</p>

Таблица 4.2 - Краткая характеристика сравниваемых вариантов

Базовый вариант	Проектируемый вариант
Растворение карбамида по периодической схеме	Растворение карбамида по непрерывной схеме

#### 4.2 Расчет годовой производственной мощности

Производственная мощность определяется по ведущему оборудованию, на котором осуществляется основной процесс. Она рассчитывается в натуральных единицах (тоннах, штуках и т.д.), определяется по формуле:

$$M = Q_{\text{час}} \cdot F_{\text{эф}}, \quad (4.2)$$

где  $Q_{\text{час}}$ - часовая производительность агрегата(аппарата), т/час;

$F_{\text{эф}}$ - эффективное время работы оборудования, час.

Процесс растворения карбамида непрерывным способом занимает около 24 часа и растворяется примерно 110 000 кг. ( $Q_{\text{час}} = 4,58$  т/час .)

$$M = Q_{\text{час}} \cdot F_{\text{эф}} = 4,58 \text{ т/час} \cdot 8040 \text{ час} = 36853,2 \text{ т}$$

Таблица 4.2. Расчет годовой производственной мощности по проектному варианту

№	Показатели	Количество
1	Календарная продолжительность года, сут	365
2	Простои оборудования по графику ППР,	30
3	Эффективное время работы оборудования,	335
4	Эффективное время работы оборудования,	8040
5	Часовая производительность оборудования,	4,58
6	Годовая производственная мощность, т	36 853,2

### 4.3 Расчёт капитальных вложений (инвестиций)

Прямые капитальные затраты связаны с покупкой оборудования для создания рабочего цеха растворения карбамида непрерывным способом. Оборудование требующее для модернизации узла растворения карбамида (усовершенствование периодического до непрерывного способа получения) указано в таблице 4.3.

Затраты на дополнительную площадь здания не требуется, т.к. оборудование размещается в рамках существующего цеха. Затраты на покупку и монтаж вводимого оборудования составлен по текущим (прогнозным) ценам по состоянию на 01.04.2016 год.

Таблица 4.3 - Монтаж и стоимость оборудования. Проектный вариант

Наименование работ и затрат, характеристика оборудования и его масса, расход ресурсов на ед.измерения.	Ед.изм	Кол-во Ед. по проект- ным дан- ным	Сметная стоимость,руб	
			6	7
3	4	5	6	7
<b>ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ</b>				
Монтаж емкости V=63м <sup>3</sup> в помещении .Масса оборудования, т:4,0	шт.	1	10 000,00	10 000,00
Стоимость емкости V=63м <sup>3</sup> для растворения карбамида, вес емкости 4,0т.Ст н/ж	шт.	1	5000000,0	5 000 000,0

Продолжение Таблица 4.3

Наименование работ и затрат, характеристика оборудования и его масса, расход ресурсов на ед.измерения.	Ед.и зм	Кол-во Ед. по про-ектным данным	Сметная стоимость,руб	
Фильтр жидкостной сетчатый Ду 150 СДЖ 150-1,6-1-1	шт.	1	72 000,00	72 000,00
Монтаж теплообменника в помещении	шт.	1	6 460,78	6 460,78
Стоимость теплообменника Модель М10-ВФМ	шт.	1	241 701,00	241 701,00
Монтаж химического вертикального насоса АХП-45/31а-3,0-К-СД	шт.	2	3 360,06	6 720,12
Стоимость насоса АХП-45/31а-3,0-К-СД	шт.	2	372 430,00	744 860,00
<b>ВСЕГО ПО СМЕТЕ</b>				<b>6 188 196,9</b>

Как видно по таблице сметная стоимость по проектному варианту:  
6 188 196,9тыс. руб.

Разница между базовым и проектным вариантом: 6 188 196,9тыс. руб.

#### 4.4. Организация труда рабочих

Режим работы цеха двухсменный, т.к. такой режим реализуется на данном предприятии.

Таблица 4.4. График сменности производственных рабочих

Смена	Часы	Дни							
		1	2	3	4	5	6	7	8
День	7 <sup>00</sup> -19 <sup>00</sup>	1*	2	3	4	1	2	3	4
Ночь	19 <sup>00</sup> -7 <sup>00</sup>	4	1	2	3	4	1	2	3

\* – номер смены

Таким образом, чтобы обеспечить непрерывное производство, требуется 4 смены, работающие по следующему графику:

первый день – дневная смена,

второй день – ночная смена,

третий и четвертый день – выходные.

Таблица 4.5 - Баланс рабочего времени одного рабочего

Показатели	Количество	
	При непрерывном графике	Пятидневная рабочая неделя
Календарное время	365	365
Выходные дни	168	100
Праздничные дни	0	13
Номинальное время работы	197	252
Невыходы; дни:	28	28
- очередной и дополнительный		
- ученический отпуск	4	4
- выполнение гос. обязанностей	0	0
- по болезни	20	20
Фактическое время работы,	139	194
- дней		
- часов	1668	1552

Таблица 4.6 -Штаты рабочих цеха

Группы рабочих	Количество смен	Средний тарифный разряд	Явочное число рабочих		Коэффициент подмены, К	Списочная численность
			В смену	В сутки		
1.Производственные рабочие (аппаратчики)	4	55	2	4	1,42	12
2. Лаборанты		39	1	2		6
3. Ремонтный персонал (КиП)		39	1	2		6
4. Начальник смены		83	1	2		6
Всего:						

Списочная численность определяется:

$$Ч_{сн} = K \times n_c \times Ч_c \quad (4.3)$$

где  $Ч_c$  – число смен;  $n$  – число рабочих в смену,  $K$  - коэффициент подмены:

$$K = \frac{T_{ном}}{T_{эф}}, \quad (4.4)$$

где  $T_{ном}$  - номинальное время работы в год;  $T_{эф}$  - фактическое время работы в год.

#### 4.5. Заработная плата рабочих

Необходимо определить для каждой группы рабочих систему оплаты труда, а также показатели и условия премирования.

Для расчёта заработной платы используется средневзвешенная тарифная ставка, (по данным предприятия), которая определяется по формуле:

$$T_{ср} = \frac{\sum T_{ci} * Ч_i}{\sum Ч_i}, \quad (4.5)$$

где  $T_{ci}$  - тарифная ставка рабочих  $i$  - го разряда;

$Ч_i$  - численность рабочих

$i$  - го разряда.

Годовой фонд заработной платы рабочих определяется по формуле:

$$З_{год} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (4.6)$$

где  $З_{осн}$  - основной фонд заработной платы;

$З_{доп}$  - дополнительный фонд заработной платы.

$$З_{осн} = З_{тар} + З_{прем} + З_{празд} + З_{ночн}, \quad (4.7)$$

где  $З_{тар}$  - оплата по тарифу;  $З_{прем}$  - премия;  $З_{празд}$  - доплата за работу в праздничные дни;  $З_{стар}$  - доплата за работу в ночное время.

$$З_{доп} = З_{отп} + З_{уч} + З_{гос}, \quad (4.8)$$

где  $З_{отп}$  - оплата дней отпуска;  $З_{уч}$  - оплата ученического отпуска;  $З_{гос}$  - оплата дней за выполнение государственных обязанностей.

Оплата по тарифу:

$$З_{тар} = T_{ср.час} \cdot T_{факт} \cdot n, \quad (4.9)$$

где  $T_{ср.час}$  - среднечасовая тарифная ставка;

$T_{факт}$  - фактическое время работы 1-го рабочего;

$n$  - списочная численность рабочих .

Расчёт премии

Размер премии рассчитывается исходя из принятого процента (по отношению к зарплате по тарифу).

$$Z_{\text{прем}} = \frac{Z_{\text{тар}} \cdot P}{100}, \quad (4.10)$$

где  $P$  - размер премии по премиальному положению в процентах.

Расчёт доплат

1) доплата за работу в праздничные дни.

$$Z_{\text{празд}} = T_{\text{ср.час}} \cdot t_{\text{см}} \cdot n_{\text{см}} \cdot T_{\text{празд}} \cdot P_{\text{см}}, \quad (4.11)$$

где  $t_{\text{см}}$  - продолжительность смены;

$n_{\text{см}}$  - число смен в сутки;

$T_{\text{празд}}$  - число праздничных дней в году;

$P_{\text{раб.см}}$  - явочная численность рабочих в смену.

2) доплата за работу в ночное время.

$$Z_{\text{ноч}} = \frac{Z_{\text{тар}} \cdot 1/3 \cdot P_{\text{ноч}}}{100}, \quad (4.12)$$

где  $1/3$  - часть суток, приходящихся на ночное время;  $P_{\text{ноч}}$  - размер доплаты за работу в ночное время, %.

Оплата дней отпуска:

$$Z_{\text{отп}} = \frac{Z_{\text{осн}} \cdot T_{\text{отп}}}{T_{\text{эф}}}, \quad (4.13)$$

где  $T_{\text{отп}}$  - продолжительность отпуска;  $T_{\text{эф}}$  - фактическое время работы одного рабочего в год, дн.

Оплата выполнения государственных обязанностей

$$Z_{\text{гос}} = \frac{Z_{\text{осн}} \cdot T_{\text{гос}}}{T_{\text{эф}}}, \quad (4.14)$$

где  $T_{\text{гос}}$  - время выполнения гос. обязанностей.

Оплата ученических отпусков

$$Z_{\text{уч}} = \frac{Z_{\text{осн}} \cdot T_{\text{уч}}}{T_{\text{эф}}}, \quad (4.15)$$

Отчисления на страхование выплаты:

$$O_{соц} = \frac{3_{год} \cdot K_{соц}}{100}, \quad (4.16)$$

Где  $K_{осв}$  – отчисления на страховые выплаты ( $K_{осв} = 30\%$ ).

Таблица 4.7- Годовой фонд заработной платы рабочим (в руб.)

Гр. рабочих	Сред. часовая тарифная ставка	Числ. рабочих	Оплата	Доплата			Осн. фонд заработной платы	Доп. заработная плата	Год. фонд заработной платы	ОСВ
				Премия	Праздничные	Ночная смена				
1. Производ. рабочие	55	12	1100880	440352	34320	220176	1575552	300960	1876512	491646,1
2. Лаборанты	39	6	390312	156125	12168	78062,4	636667,2	106704	743371,2	194763,3
3. Ремонтный персонал (КиП)	39	6	390312	156125	12168	78062,4	636667,2	106704	743371,2	194763,3
4. Начальник смены	83	6	830664	332265,6	25896	166132,8	1354958,4	227088	1582046,4	414496,2
Итого							4203844,8	741456	4945300,8	1295668,8

#### 4.6. Организация управления производством

Таблица 4.8- Штаты и расчёт заработной платы ИТР, служащих

Категории работников	Списочная численность	Месячный оклад одного работника, руб.	Годовой фонд заработной платы по окладам, руб.	Доплаты за работы в праздничные дни, ночное время, руб.	Премии руб.	Всего заработной платы в год, руб.	Отчисления на страховые выплаты
<b>I. ИТР:</b>							
1. Начальник цеха	1	30000	228000		228000	456000	113184
2. Технолог	1	25000	190000		190000	380000	94320
3. Инженер	1	18000	128000		128000	256000	62880
Итого ИТР:	3						
<b>II. Служащие</b>							
1. Уборщица	2						
Итого служащих:	2	10000	140000		52000	104000	49016

Расчёт годового фонда заработной платы ИТР и служащих:

$$Z_{год}^{итр} = O_k \cdot 12 \cdot Ч_{сп}, \quad (4.17)$$

где  $O_k$  - размер месячного оклада; 12 - количество месяцев в году;  $Ч_{сп}$  - списочная численность.

Доплата за работу в праздничные и выходные дни оплачивается в размере двойного оклада.

Количество дней работы в праздничные и выходные дни определяется по методике, изложенной для расчёта аналогичного показателя для рабочих.

Расчёт себестоимости продукции по сравниваемым вариантам.

#### **4.7. Расчёт себестоимости продукции**

В дипломных проектах необходимо рассчитать себестоимость годового выпуска продукции в расчёте на 1 тонну.

Основой расчёта проектной себестоимости являются отчётные калькуляции себестоимости базового предприятия.

Расчёт ведётся по базовому и проектному вариантам по каждой статье калькуляции

#### **4.8. Расчёт расхода сырья, основных и вспомогательных материалов.**

Нормы расхода сырья на 1 тонну продукции взяты из материального баланса процесса растворения карбамида в воде

Таблица 4.8. Норма расходования сырья на 1 тонну продукции (получение 50% р-ра)

Название вещества	Масса, кг
Карбамид	506,5*
Вода хим. очищенная	500,0

\*- содержание примесей в карбамиде Марки Б составляет 1,3%

Таблица 4.9- Стоимость сырья на тонну продукции

Вид сырья, материалов, полуфабрикатов	Ед. изм	Цена за единицу измерения, руб.	Сумма, руб.
			Проектный вариант
Карбамид	кг	28,7	14536,55
Вода хим. очищенная		2,3	1 150,00
Итого			15686,55

#### 4.9. Расчёт расхода топлива и энергии

Таблица 4.10 -Расхода пара и электроэнергии

Вид топлива, энергии	Ед. изм	Расход на 1 тонну продукции		Цена за единицу измерения, руб.	Сумма, руб.	
		Баз. вариант	Проек. вариант		Баз. вариант	Проек. вариант
Пар	кг	157,12	173,2	0,86	135,12	148,95
Электроэнергия	кВт	600,16	664,32	3,44	2 064,55	2 285,27
Итого:					2 199,67	2 434,22

Расчет затрат на 1 тонну продукции по заработной плате основных производственных рабочих.

Основная заработная плата на одну тонну продукции

$$Z_{\text{осн.на 1тону}} = \frac{Z_{\text{осн}}}{M}, \quad (4.20)$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – основная з/п рабочих,

$M$  – годовая производственная мощность

$$Z_{\text{осн.на 1тону}} = 4203844,8 / 36853,2 = 114,07 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата

$$Z_{\text{допна 1тону}} = Z_{\text{доп}} / M \quad (4.21)$$

$$Z_{\text{допна 1тону}} = 741456 / 36853,2 = 20,11 \text{ руб}$$

Отчисления на страховые выплаты:

$$O_{\text{сна 1тону}} = \frac{O_c}{M} \quad (4.22)$$

$$O_{\text{сна 1тону}} = 1295668,8 / 36853,2 = 35,16 \text{ руб.}$$

#### 4.10 Расчет затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

Таблица 4.11- Затраты на содержание оборудования

Наименование статей	Сумма, руб
	Проектный вариант
1. Амортизация оборудования	483 630,6
2. Текущий ремонт и содержание оборудования	967 261,2
3.Износ и восстановление инструментов	29 017,8
4. Прочие расходы	4 836,3
Итого	1 484 745,9
5. Затраты на 1 тонну	221,69

амортизация оборудования (1% от монтажа и стоимости оборудования.);  
текущий ремонт и содержание оборудования составляет 200% от амортизации оборудования;

износ и восстановление инструмента, приспособлений составляет 6% от "амортизации оборудования";

прочие расходы - 1% от амортизации оборудования.

Затраты на 1 тонну: сумма затрат на содержание оборудования/ годовая производственная мощность.

Таблица 4.12- Цеховые расходы

Статьи	Сумма, руб
1. Содержание цехового персонала	1514400
2. Амортизация зданий	100000
3. Содержание зданий	500000
4. Затраты на рационализацию, опыты, исследования	7572
5. Затраты на охрану труда	775536,96
6. Прочие расходы	14487,55
7. Итого	2911996,51
8. Цеховые расходы на 1 тонну	1078,52

статья 1 "Содержание цехового персонала" включает заработную плату и отчисления на соцстрахование ИТР, служащих и вспомогательных рабочих цеха;

статья 2 "Амортизация зданий" по данным сметы цеховых расходов базового предприятия;

статья 3 "Содержание зданий" аналогично статье 2;

статья 4 "Затраты на рационализацию, опыты, исследования" по данным предприятия 0,5% от статьи 1;

статья 5 "Затраты на охрану труда" - 10-20% от зарплаты всех работающих;

статья 6 "прочие расходы" - 0.5% от суммы расходов по статьям 1-5.

Расчёт сводится в таблицу

#### 6. Анализ себестоимости 1 тонны продукции

Таблица 4.12- Анализ себестоимости продукции

№	Показатель	Проектный вариант, руб	Базовый вариант, руб	Отклонения, руб
1	Сырье и материалы	15686,55	7843,275	7843,275
2	Энергоресурсы	2 434,22	2 199,67	234,55
3	Основная з/п	261,95	261,95	0
4	Доп.з/п	46,20	46,20	0
5	ОСВ	80,73	80,73	0
6	Расходы на оборудование	6 188 200	0	6 188 200
7	Цеховые расходы	1078,52	1078,52	0
8	Цеховая себестоимость	11016,28	11016,28	0
9	Общезаводские расходы	2203,26	2203,26	0
10	Производственная себестоимость	13219,54	13219,54	0

Продолжение таблицы 4.12

№	Показатель	Проектный вариант, руб	Базовый вариант, руб	Отклонения, руб
11	Внепроизводственные расходы	198,29	198,29	0
12	Полная себестоимость	Σ	Σ	6 196 238,035

п.1: «итого» из т.6 для базового и альтернативного (проектного) соответственно

п.2: «итого» из т.7 для базового и альтернативного соответственно

п.3: расчет себестоимости продукции, п.3 «расчет затрат на 1 тонну продукции по заработной плате основных производственных рабочих» для основной з/п

п.4: расчет себестоимости продукции, п.3 «расчет затрат на 1 тонну продукции по заработной плате основных производственных рабочих» для дополнительной з/п

п.5: расчет себестоимости продукции, п.3 «расчет затрат на 1 тонну продукции по заработной плате основных производственных рабочих» на страховые выплаты

п.6: т.8 п.5 для базового и альтернативного соответственно

п.7: т.9 п.8

п.8: сумма п.п.1-7

п.9:  $20\% * \text{п.8} / 100\%$

п.10: сумма п.п.8-9

п.11:  $1,5\% * \text{п.10} / 100\%$

п.12: сумма п.п.10-11

#### 4.11 Расчет экономической эффективности проектных решений

Ожидаемая прибыль по проектному варианту

$$Pr_{ож} = (C_1 - C_2) \cdot M_2$$

где,  $C_1$ - себестоимость 1 тонны продукции по базовому варианту (из т.10 п. 12),

$C_2$ - себестоимость 1 тонны продукции по проектному варианту (из т.10 п. 12),

$M_2$ - проектная мощность по проекту =  $2 \cdot M_1$ ,

так как по проекту мощность увеличивается в 2 раза за счет модернизации узла.

$$Pr_{ож} = 578099564,46 \text{ руб. или } 578099,565 \text{ тыс. руб. в год}$$

Налог на прибыль:

$$H_{np} = \frac{Pr_{ож} \cdot K_{нал}}{100}$$

$$K_{нал} = 20\%$$

$$H_{np} = 578099,565 \cdot 20 \div 100 = 115619,913$$

Затраты на монтаж и оборудования : 6188,2 тыс. руб.

Чистая ожидаемая прибыль:

$$Pr_{чист} = Pr_{ож} - H_{np}$$

$$Pr_{чист} = 115619,913 - 6188,2 = 109431,713$$

Срок окупаемости капитальных вложений (инвестиций):

$$T_{ок} = \frac{K_{общ,пр}}{Pr_{чист}}$$

$K_{общ,пр}$  – из п.2 «затраты на модернизацию»

$$T_{ок} = 6188196,9 / 5523,155 = 1 \text{ год } 2 \text{ месяца}$$

где  $K_{общпр}$  – капитальные вложения (инвестиции), необходимые для проектирования, приобретение оборудования, инструментов и т.п. (затраты на модернизацию).

Данный расчетный срок окупаемости капитальных вложений принимается за горизонт расчета – максимально ожидаемое время окупаемости инвестиций,  $T$ . ( $T = 1$  год 2 месяца)

Таблица 4.13- Техничко-экономические показатели

№	Показатели	Единицы измерения	Проектный вариант
1	Производственная мощность	тонна	36 853,2
2	Себестоимость продукции	руб./т.	15686,55
3	Условно-годовая экономия	тыс.руб.	5523,2
4	Капитальные вложения	тыс.руб.	6 188 196,6
5	Срок окупаемости	год	1

Рассчитав технико – экономические показатели и, сравнив их с базовым вариантом можно сделать вывод о том, что данный проект внедрения нового оборудования является эффективным (рентабельным).

Срок окупаемости данного проекта составит 1год 2 месяца.

## Часть 5. «Безопасность и экологичность технического объекта»

### 5.1 Технологическая характеристика объекта, "Разработки синтеза карбамидо-фольмодегидного концентрата

Ремонтные и наладочные работы, уборка помещения в этих зонах допускается только при неработающем обесточенном оборудовании.

Основной зоной для нахождения персонала является центральный пуль управления (ЦПУ), а также другие, не представляющие высокой потенциальной опасности зоны. В зоне ЦПУ, следя за показаниями приборов, необходимо соблюдать внимание и сосредоточенность, не отвлекаться во избежание превышения допустимых нагрузок на аппараты и создания аварийных ситуаций.

Таблица 5.1 - Технологический паспорт разработки синтеза КФК.

Тех. процесс	Тех. операция, вид выполняемых работ	Должность работника, вып-щий тех.процес.	Оборуд, уст-во, приспособление	Материалы, вещества
Разработка синтеза КФК	поз. 5PI-1225 давление раствора карбамида на нагнетании насоса	Аппаратчик	поз. Н-406/1 Насос	Сталь 12X18H10T
поз. 5TIR-113 температура раствора карбамида в напорном баке	Непрерывный контроль, индикация на ЦПУ, регистрация	Оператор	Поз. Е-405/1 Напорный бак раствора карбамида	Сталь 12X18H10T

Продолжение таблицы 5.1

Тех. процесс	Тех. операция, вид выполняемых работ	Должность работника, вып-щий тех.процес.	Оборуд, уст-во, приспособление	Материалы, вещества
Теплообменник кожухотубный	Непрерывный контроль, индикация на ЦПУ, регистрация	Оператор ЦПУ	Т-404	Сталь 12Х18Н10Т
Насос центробежный погружной АХПЕ 45/31а-3,0-К-СД	Непрерывный контроль, индикация на ЦПУ, регистрация	Оператор ЦПУ	Н-402/1,2	Сталь 12Х18Н10Т
Насос центробежный АХ 50-32-160К-СД-У2	Непрерывный контроль, индикация на ЦПУ, регистрация	Оператор ЦПУ	Н-406/1-3	Сталь 12Х18Н10Т

## 5.2 Идентификация профессиональных рисков

Профессиональным риском называется фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья.[20]

Вредным называется производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к постепенному ухудшению здоровья, профессиональному заболеванию или снижению работоспособности [20].

ГОСТ 12.0.003-74 подразделяет опасные и вредные производственные факторы по природе на четыре группы [20]: а) Физические. б) Химические. в) Биологические. г) Психофизиологические.

Идентификация опасных и вредных производственных факторов приведена в таблице 1.15.

Таблица 5.2 – Идентификация профессиональных рисков.

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и /или вредного производственного фактора
Разработка синтеза карбамидо – формальдегидного концентрата (КФК)	Повышенная температура поверхностей оборудования, трубопроводов.	Нарушение термоизоляции аппаратов и трубопроводов.
	Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны	Недостаточное отопление в зимний период, и охлаждение в летний период.
	Повышенный уровень шума на рабочем месте.	Нарушение шумоизоляции аппаратов и трубопроводов.
	Содержание вредных веществ в воздухе и загазованность рабочей зоны	Возможные утечки: недостаточная герметичность сосудов, своевременная замена противогазов

Продолжение таблицы 5.2

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и /или вредного производственного фактора
	Повышенный уровень <u>вибрации</u>	Наличие движущих машин и механизмов
	Излучение	Использование жидкокристаллических мониторов
	Монотонность труда рабочих	Операторы наблюдают за приборами в течение 12 часов
	Наличие электричества	Нарушение целостности электрического оборудования, электродвигателей и электропроводки
	Подвижные части производственного оборудования	Разрушение динамического оборудования

### 5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

В данном разделе подобраны и обоснованы используемые организационно-технические методы и технические средства (способы, устройства) защиты, частичного снижения, или полного устранения опасного и/или вредного произ-

водственного фактора. Методы и средства защиты выбираются по действующим на данный момент времени нормативным документам, в зависимости от типа реализуемого технологического процесса, используемого состава производственно-технологического и инженерно-технического оборудования, используемых технических средств ослабления или полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора и применяемых для этих целей при необходимости средств индивидуальной защиты работника.

Таблица 5.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов.

Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
Повышенная температура поверхностей оборудования, трубопроводов.	Следить за целостностью изоляции, соблюдение правил эксплуатации оборудования	Спец.одежда: специальные костюмы по нормативно-технической документации или ГОСТ 27653, ботинки по ГОСТ 5394 или сапоги по ГОСТ 5375, резинокотажные перчатки, респиратор РУ-60м-В и РУ-60м-КД, респиратор РПГ-67, ватно-марлевую повязку.

Продолжение таблицы 5.3.

Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны	Тепловые завесы применяются в зимний период в корпусах, а в летний системы кондиционирования, для обеспечения нормального температурного режима в производственных помещениях.	Наличие спецодежды, которая соответствует разным климатическим сезонам.
Повышенный уровень шума на рабочем месте.	Производить звукоизоляцию шумных мест с помощью использования защитных кожухов, оборудования кабинок. Отделку помещений звукопоглощающими материалами.	Использование защитных наушников, беруш
Содержание вредных веществ в воздухе и загазованность рабочей зоны	Следить за герметичностью оборудования, коммуникаций, выявлять источники загазованности и немедленно принимать меры для устранения пропусков.	Фильтрующие противогазы с коробкой марки «КД», ФГП-130 КД
Повышенный уровень <u>вибрации</u>	Выдача в ремонт оборудования с повышенной вибрацией	Использование мягких покрытий на вибрирующих частях приборов или оборудования. Использование защитных наушников.

Продолжение таблицы 5.3

Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
Наличие электричества	Соблюдать правила ГОСТ12.1.030-81.ССБТ Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.	Диэлектрический инструмент, резиновые перчатки, диэлектрические боты, защитные очки
Подвижные части производственного оборудования	использование защитных ограждений и устройств для движущихся элементов оборудования	Использование спец.одежды, спец.обуви, защитных перчаток.

#### **5.4 Обеспечение пожарной безопасности цеха по производству синтетических смол КФК**

В данном разделе проводится идентификация потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара с разработкой технических средств и/или организационных методов по обеспечению (улучшению) пожарной безопасности технического объекта (производственно-технологического и инженерно-технического оборудования, произведенной продукции, используемых сырьевых материалов, а также должны быть указаны реализующиеся пожаробезопасные характеристики произведенных технических объектов в процессах их эксплуатации (хранения, конечной утилизации по завершению жизненного цикла).

Идентификация опасных факторов пожара.

1. Классификация пожаров по виду используемого горючего материала для обозначения (конкретизации) области применения средств пожаротушения.

2. Классификация пожаров по сложности их тушения, производимая при определении состава сил технического персонала и используемых технических средств подразделений пожарной охраны и других технических (вспомогательных) служб, необходимых для тушения пожаров.

3. Классификация опасных факторов пожара, используемая при обосновании разрабатываемых (применяемых) мер пожарной безопасности, необходимых для эффективной защиты людей и материального имущества при пожаре.

Таблица 4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок подразделения.	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
	Разработка синтеза (КФК)	Теплообменник кожухотубный	Б	Повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в дыму	Токсичны вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; воздействие огнетушащих веществ; опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара

## **5.5 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта (ди-пломного проекта)**

Пожаробезопасность обеспечивается за счет систем предотвращения пожара и систем пожарозащиты, организационными и организационно-техническими мероприятиями. Данная установка по виду горючего материала относится к классу «Б», т. е к пожару, связанных с горением синтетических смол.

К системе предотвращения пожара относятся: предотвращение образования горючей среды и образования в ней (или внесения в нее) источников зажигания, обеспечение пожарной безопасности технологического оборудования, электроустановок, систем отопления и вентиляции. К системе пожарозащиты относятся: применение средств пожаротушения, пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре, организация пожарной охраны объекта.

На производстве синтеза (КФК)

Наружное и внутреннее пожаротушение от пожарных кранов, которое обеспечивается водой от сети хозяйственного противопожарного водопровода предприятия.

Все технологическое оборудование, работающее под давлением, оснащено необходимым КИПиА и предохранительными устройствами.

Для уменьшения поверхности испарения и площади разлива, аппараты, содержащие опасные вещества, размещены в поддонах.

Таблица 5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	СИЗ и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Ручные и передвижные огнетушители (воздушно – пенные, углекислотные, порошковые), керамо ткань или грубо шерстные (кошма, войлок) полотна, пожарные ящики с песком, внутренние пожарные краны	Пожарные автомобили (основные и специальные); пожарные мотопомпы; приспособленные технические средства (тягачи, прицепы, трактора)	Водяные, пенные, газовые, порошковые. В зависимости от устройства головок делятся на спринклерные и дренчелые установки	Извещатели пожарные; приборы приемоконтрольные пожарные; приборы управления пожарные; технические средства оповещения и управления эвакуацией; системы передачи извещений о пожаре	Огнетушители, пожарные рукава, стволы, гидранты	СИЗ органов дыхания и зрения (самоспасатели); средства защиты кожных покровов тела, чело века изолирующие (со сжатым воздухом или с химически связанным кислородом); Фильтрующие средства защиты органов дыхания (противогазы).	Мотопоты, пожарные насосы, арматура, клапаны и муфты, рукавная арматура стационарные и ручные пожарные лестницы надувные и амортизирующие устройства	Извещатели пожарные (дымовые, тепловые, ручные) телефон, сирена.

## 5.6 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

В данном разделе разрабатываются организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению возникновения пожара или опасных факторов способствующих возникновению пожара.

По данному разделу оформляется таблица 6.

Таблица 5.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Разработка синтеза (КФК)	Организация паспортизации веществ, материалов, изделий, технологических процессов, зданий и сооружений в части обеспечения пожарной безопасности. Привлечение общественности к вопросам обеспечения пожарной безопасности. Организация обучения работающих правилам пожарной безопасности. Разработка инструкций о порядке обращения с пожароопасными веществами и материалами; изготовление	Определены места и допустимое количество одновременно находящихся в помещениях сырья, полуфабрикатов и готовой продукции; Определены и оборудованы места для курения; Установлен порядок уборки горючих отходов и пыли, хранения промасленной спецодежды. Определен порядок обслуживания электрооборудования в случае пожара и по окончании рабочего дня; регламентированы: порядок проведения временных огневых и других пожароопасных работ;

Продолжение таблицы 5.6.

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
	<p>средств наглядной агитации. Нормирование численности людей на объекте по условиям их безопасности при пожаре. Разработка мероприятий по действиям администрации и работающих на случай возникновения пожара и организацию эвакуации людей.</p> <p>Обеспечение необходимых количеств и видов пожарной техники.</p>	<p>разработаны действия работников при обнаружении пожара; определен порядок и сроки прохождения противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму. Разработаны и на видных местах вывешены планы (схемы) эвакуации людей в случае пожара, а также предусмотрена система (установка) оповещения людей о пожаре, разработана инструкция, определяющая действия персонала по обеспечению безопасной и быстрой эвакуации людей.</p>

### **5.7 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.**

В данном разделе проводится идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при реализации технологического процесса (изготовления, транспортировки), и/или возникающих при эксплуатации проектируемого производственно-технического объекта и/или возникающих при утилизации производственно-технологических отходов и брака,

и/или возникающих при утилизации технологического объекта завершившего свой жизненный цикл. Разрабатываются конкретные технические и организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду производимом данным техническим объектом в процессе его производства, технической эксплуатации и конечной утилизации по завершению его жизненного цикла.

5.1. По виду реализуемого производственно-технологического процесса, и осуществляемой функциональной эксплуатацией техническим объектом - необходимо провести идентификацию негативных экологических факторов, результаты которой отразить в таблице 7.

Таблица 5.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Разработка синтеза (КФК)	Установка получения КФС	Вредными веществами в выбрасываем	Загрязненные воды включают в себя:	Обеспечить усиленный контроль за техническим состоянием и

Продолжение таблицы 5.7

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
		газах являются пары метанол, оксид углерода.	Продукты оборотной воды водооборотных циклов; смывы полов; сток от промывки аппаратов и трубопроводов; сточные воды от регенерации фильтров; (подпитка ВОЦ)	эксплуатации всех пылегазоочистительных установок

**5.8 Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта (дипломного проекта), оформить Таблицу 8.**

Таблица 8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Разработка синтеза (КФК)
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Чтобы не допустить опасных выбросов в атмосферу, необходимо постоянно соблюдать технологический режим; следить за давлением в системе и не допускать разгерметизации оборудования. Локализовать токсичные вещества в зоне их образования вентиляцией или в специальных очистительных аппаратах.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Для обеспечения надежности охраны водных ресурсов при аварийных ситуациях и остановках на ремонт предусмотрено наличие аварийных и дренажных емкостей. Все вредные стоки направляются на очистные сооружения и на биологическую очистку согласно «Водному кодексу Р.Ф.» № 74-ФЗ
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	При утилизации технического отработанного масла, его собирают в отдельную емкость (бочка, цистерна) и определяют в отделение регенерации масел.

## 5.9 Заключение

1. В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса переработки твердых производственных отходов, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия (таблица 1).

2. Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу переработки твердых производственных отходов, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ. В качестве опасных и вредных производственных факторов идентифицированы следующие параметры: повышенная температура поверхностей оборудования, трубопроводов; повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; повышенный уровень шума на рабочем месте; содержание вредных веществ в воздухе и загазованность рабочей зоны; повышенный уровень вибрации; излучение; монотонность труда рабочих; наличие электричества; подвижные части производственного оборудования (таблица 2).

3. Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, а именно: следить за целостностью изоляции; соблюдение правил эксплуатации оборудования; применять тепловые занавесы в зимний период в корпусах, и системы кондиционирования в летний, для обеспечения нормального температурного режима в производственных помещениях; производить звукоизоляцию шумных мест с помощью использования защитных кожухов, оборудования кабинок. Произвести отделку помещений звукопоглощающими материалами; следить за герметичностью оборудования, коммуникаций, выявлять источники загазованности и немедленно принимать меры для устранения пропусков. Организация ремонта оборудования с повышенной вибрацией. Соблюдать правила электро-

безопасности ГОСТ12.1.030-81.ССБТ; произвести защитное заземление, зануление; использование защитных ограждений и устройств для движущихся элементов оборудования; проверка герметичность оборудования; своевременная замена противогозов.

Подобраны средства индивидуальной защиты для работников (таблица 3).

4. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности (таблица 4). Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности (таблица 5). Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте (таблица 6).

5. Идентифицированы экологические факторы в соответствии с федеральными законами от 04.05.1999 № 96-ФЗ "Об охране атмосферного воздуха", и «Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ "Об отходах производства и потребления", водный кодекс Российской Федерации» от 03.06.2006 № 74-ФЗ (таблица 7). Также разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте в соответствии с федеральным законом от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», и федеральным законом от 04.11.2004 № 128-ФЗ «О ратификации Киотского протокола к рамочной Конвенции Организации Объединённых Наций об изменении климата» (таблица 8).

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Разработана технологическая схема растворения карбамида по непрерывной схеме;
2. Подобрано технологическое оборудование и разработан аналитический контроль процесса;
3. Дана оценка экономического эффекта от внедрения технологии. На основании экономических расчетов найден срок окупаемости затрат, который составляет 2 месяца.
4. Рассмотрено воздействие факторов производства на окружающую среду. Прослежены возможные опасности в процессе производства и методы устранения рисков.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Махлай В.Н., Афанасьев С.В. Химия и технология карбамидоформальдегидного концентрата. Монография. Самара: изд-во СНЦ РАН, 2007. 234с.
- 2 Вацуро К.В., Мищенко Г.Л. Именные реакции в органической химии. М.: Изд-во Химия, 1976. – 528с.
- 3 Чернышев А.К., Левин Б.В., Конвисар Л.В. Получение и применение растворов, содержащих карбамид и аммиачную селитру (растворы КАС). М: ЗАО «ИНФО-ХИМ», 2005. – 152 с.
- 4 Накрохин Б.Г., Накрохин В.Б. Технология производства формалина из метанола. – Новосибирск, 1995. 444с.
- 5 Справочник Азотчика под ред. Мельникова Е.Я. М.: Химия 1987, 464с.
- 6 Горловский Д.М., Альтшулер Л.Н., Кучерявый В.И. Технология карбамида. – Л.: Химия, 1981, 320с.
- 7 Николаев А.Ф. Технология пластических масс. – М.:Химия, 1997. -354с.
- 8 Махлай В.Н., Афанасьев С.В., Колпин Н.Г. Технологические процессы производств: пожарная опасность и меры профилактики: [Учеб. Пособие]. Тольятти:, 2002. – 220с.
- 9 Гринберг Я.И: Основные процессы и аппараты химической технологии. Химия ,1979-83с.
- 10 Васильев В.П. Термодинамические свойства растворов электролитов. М.: Высш. школа. 1982. 320 с.
- 11 Херинг Р. Хелатообразующие ионообменники. (Пер. с нем. В. А. Баранова: Под ред. В. А. Каргина и С. Л. Давыдовой). М.: Мир, 1971. 279 с.
- 12 Иониты в химической технологии. (Под ред. Б.П. Никольского и П.Г. Романкова). Л.: Химия, 1982. 416 с.
- 13 Справочник химика. (Под ред. Б.П.Никольского). Том III. Л.: Химия. 1965. 1005 с.

- 14 Юнкельсон И.И. Технология основного органического синтеза. Москва. Издательство «Химия», 1968 год.
- 15 Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. Москва. Издательство «Химия», 1986 год.
- 16 Огородников С.К. Промышленное производство формальдегида. Ленинград «Химия». Ленинградское отделение, 1984 год.
- 17 Накрохин Б.Г., Шибанов Г.В., Гиневич Г.И. и др. Окисление метанола в формальдегид на окисном катализаторе. Химическая промышленность – 1965 - №2.
- 18 Образцов А.Е. и др. Технический прогресс и достижения науки в химической промышленности. Барнаул, 1973 год.
- 19 Фенцик А.В. и др. Катализ и катализаторы. Киев, 1975 год, выпуск 13.
- 20 Воронцова Н.В. и др. Материалы к областной научной конференции по химии, посвященные 100 - летию со дня открытия периодического закона Д.И Менделеева. Омск, 1969 год.
- 21 Григорян Р.Р. и др. – Армянский химический журнал, 1979, том 32, №11.
- 22 Григорян А.В. и др. – Армянский химический журнал, 1980, том 28, №3.
- 23 А.С. №167855 СССР, ИПКС 07С. Способ получения формальдегида.
- 24 Попов Б.И. Исследование и разработка окисных катализаторов в процессе окисления метанола в формальдегид: Автореф. дис. д-ра химических наук.- Новосибирск, 1977 год.
- 25 Trifiro E – J. Catalysis, 1971, v.21, №2, p.143-148.
- 26 Махлай В.Н. Афанасьев С.В. Химия и технология карбамидоформальдегидного концентрата. Монография. Самара. Издательство СНЦ РАН, 2007 год.
- 27 Пат.№40012 России, МПК В 01 J 8/08. Реактор / Махлай В.Н., Макаров А.В., Семенов В.А., Афанасьев С.В., Салабаев Е.А., Юрлов А.Г. №2004 105469. Заявл. 01.03.04, опубл.27.08.04. Бюл. №24.

- 28 Бесков С.Д. Технохимические расчеты. Государственное издательство «Высшая школа». Москва, 1962 год.
- 29 Михеев М.Л. Основы теплопередачи. Москва. Издательство «Химия», 1965 год.
- 30 К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Издательство «Химия», 1976 год.
- 31 Вацуро К.В., Мищенко Г.Л. Именные реакции в органической химии. Москва. Издательство «Химия», 1976 год.
- 32 Пат. № 2233849 России, МПК С 08 G 12/12, С 07 С 273/02. Способ получения карбамидоформальдегидного концентрата. / Алексеев В.Е. Грицан В.И., Горностаев В.В. и др. № 2003 100713/04. Заявл. 08.01, опубл. 10.08.04. Бюл.№22.
- 33 Инструкция по технике безопасности цеха КФК.
- 34 Горфинкель В.Я. Экономика предприятия, учебник для Вузов. – Москва, 1966 год.
- 35 Зайцев Н.Л. Экономика промышленного предприятия. Учебное пособие. – Гриф МО. – Москва: ИНФРА – Москва, 2005 год.
- 36 Белов С.В., Ильницкая А.В., Козьяков С.А. Безопасность жизнедеятельности. Москва. Высшая школа, 1999 год.
- 37 Горина Л.Н. Обеспечение безопасных условий на производстве. – Учеб. Пособие. – Тольятти: ТолПИ, 2000 год.
- 38 Горина Л.Н. Ульянов В.Е. Организация службы охраны труда на предприятии: Учеб. Пособие. – Тольятти: ТолПИ, 1999 год.
- 39 ГОСТ Р ИСО 17659-2009 Сварка. Термины многоязычные для сварных соединений.  
(ГОСТ вступает в действие с 01.07.2010 г. Обзор ГОСТ Р ИСО 17659-2009)

- 40 Днепровский А.С., Темникова Т.И. теория основы органической химии  
2-е издание.
- 41 Рево А.Я. Практикум по органической химии(качественные микрохими-  
ческие реакции).
- 42 Технология синтетических смол и пластических масс и изделий из них.  
Г.О Татьевосьян, И.Б Кузнецова, высшая школа .м. 1967г 412с, 170ил.
- 43 Гордон. А., Форд.Р. спутник химика «Физико-химические свойства»,  
библиография –М.: «Мир и Семья» 510 с.
- 44 Новый справочник химика и технолога. Аналитическая химия. Часть-1  
СПб: «Мир и Семья», 2002- 964 с.
- 45 Химия синтетических смол. 1938г. Издательство ГОНТИ НКТП. Главная  
редакция технических энциклопедий и словарей.
- 46 Синтетические смолы для лаков авторы А.Лазарев М.Сорокин.
- 47 Некрасов Б.В. «Основы общей химии»т.1М Химия 1973.
- 48 Гельперш Н. И. Основные процессы и аппараты химической технологии.  
М,: Химия, 1981. 812 с.
- 49 Конструкции и конструктивный расчет выпарных аппаратов Методиче-  
ское указание.
- 50 Цветков С.К., Серов А.Н., Евсеева И.Л., Процессы и аппараты химиче-  
ских производств.
- 51 Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химических технологий.
- 52 Павлов К.Ф., Носков А.А. примеры и задачи по курсу ПАХТ.
- 53 Тагер А.А., Физико- химия полимеров 1984 -280с.
- 54 Огородников С.К., формальдегид –химия 1984- 280с.

- 55 Конструирование сварных химических аппаратов А.А Лещинский.
- 56 Коган В.Б теоретические основы типовых процессов химической технологии Л. Химия 1977. 592с.
- 57 Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза Химия 1988-592с.
- 58 Техногенная и экологическая безопасность в практике деятельности предприятий Геннадий Серов, Сергей Серов.
- 59 Методическое указание по выполнению экономической части дипломного проекта В.В. Сухинина, В.Д Чичнина.
- 60 Шмаль, А.Г. Факторы экологической опасности и экологические риски / А.Г Шмаль. - г.Бронницы: МП «ИКЦ БНТВ», 2010 г.
- 61 ГОСТ 12.2.047-86 Пожарная техника. Термины и определения.
- 62 ГОСТ 12.1.018-93 Пожара взрыво-безопасность.
- 63 ГОСТ 12.1.003- 74 опасные и вредные факторы.
- 64 ГОСТ 12.4.127-83 Обувь специальная по безопасности охраны труда.
- 65 Шмаль, А.Г. Факторы экологической опасности и экологические риски / А.Г Шмаль. - г.Бронницы: МП «ИКЦ БНТВ», 2010 г.
- 66 Лопатина, В.В. Правила русской орфографии и пунктуации. Полный академический справочник / под ред. В.В.Лопатина. - М.: Эксмо, 2007. - 480с.

- 67 Горина, Л.Н. Методические указания к дипломному проектированию по безопасности и экологичности объекта дипломного проекта/Сост. Л.Н. Горина. – Тольятти: изд-во ТГУ, 2003. – 17 с.
- 68 ГОСТ 2.105 — 95. ЕСКД. «Общие требования к текстовым документам» (с обновлением на 13. 01. 2010 г.)
- 69 Оформление библиографии (ГОСТ Р 7.0.5 — 2008), библиографическая ссылка (по ГОСТу Р 7.0.5 — 2008 «Библиографическая ссылка»)
- 70 Справочник по правописанию Розенталь Д.Э. м. комплект 1997 384с

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### 2.4. Контроль производства и управление технологическим процессом

*ТАБЛИЦА 1. КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ*

п/п	Наименование стадий процесса, места измерения параметров или отбора проб	Контролируемый параметр	Частота и способ контроля	Норма и технический показатель	Кто контролирует	Метод испытания и средство контроля	Требуемая точность измерения параметров (не более) %
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	поз. Н-406/1 Насос	поз. 5PI-1225 давление раствора карбамида на нагнетании насоса	Периодический контроль по месту	0,33 МПа (3,3 кгс/см <sup>2</sup> )	Аппаратчик	МП4-Ух6кгс/см <sup>2</sup> Манометр технический Предел измерения 0-6 кгс/см <sup>2</sup> Кл.т. 1,5	1,5
2.	поз. Н-406/2 Насос	поз. 5PI-1226 давление раствора карбамида на нагнетании насоса	Периодический контроль по месту	0,33 МПа (3,3 кгс/см <sup>2</sup> )	Аппаратчик	МП4-Ух6кгс/см <sup>2</sup> Манометр технический Предел измерения 0-6 кгс/см <sup>2</sup> Кл.т. 1,5	1,5

Продолжение *Таблица 1. Контроль производства и управления технологическим процессом.*

п/п	Наименование стадий процесса, места измерения параметров или отбора проб	Контролируемый параметр	Частота и способ контроля	Норма и технический показатель	Кто контролирует	Метод испытания и средство контроля	Требуемая точность измерения параметров (не более) %
3.	поз. Н-406/3 Насос	поз. 5PI-1227 давление раствора карбамида на нагнетании насоса	Периодический контроль по месту	0,33 МПа (3,3 кгс/см <sup>2</sup> )	Аппаратчик	МП4-Ух6кгс/см <sup>2</sup> Манометр технический Предел измерения 0-6 кгс/см <sup>2</sup> Кл.т. 1,5	1,5
4.	Поз. Е-405/1 Напорный бак раствора карбамида	поз. 5TIR-113 температура раствора карбамида в напорном баке	Непрерывный контроль, индикация на ЦПУ, регистрация	$t_{\max} = 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Оператор	ТХА Метран-231-01-7100-2-И-2-Н10-У1.1 Преобразователь термоэлектрический кабельный Предел измерения 0-150 <sup>o</sup> C Кл.т. 2,0 Погрешность АСУ ТП±0,1%	0,5

Продолжение *Таблица 1. Контроль производства и управления технологическим процессом*

п/п	Наименование стадий процесса, места измерения параметров или отбора проб	Контролируемый параметр	Частота и способ контроля	Норма и технический показатель	Кто контролирует	Метод испытания и средство контроля	Требуемая точность измерения параметров (не более) %
5.	Поз. Е-405/2 Напорный бак раствора карбамида	поз. 5TIR-114 температура раствора карбамида в напорном баке	Непрерывный контроль, индикация на ЦПУ, регистрация	$t_{\max} = 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Оператор	ТХА Метран-231-01-7100-2-И-2-Н10-У1.1 Преобразователь термоэлектрический кабельный Предел измерения 0-150°C Кл.т. 2,0 Погрешность АСУ ТП±0,1%	0,5

Продолжение Таблица 1. Контроль производства и управления технологическим процессом

6.	Поз. Е-405/3 Напорный бак раствора карбамида	поз. 5TIR-115 температура раствора карбамида в напорном баке	Непрерывный контроль, индикация на ЦПУ, регистрация	$t_{\max} = 80^{\circ}\text{C}$	Оператор	ТХА Метран-231-01-7100-2-И-2-Н10-У1.1 Преобразователь термоэлектрический кабельный Предел измерения $0-150^{\circ}\text{C}$ Кл.т. 2,0 Погрешность АСУ $\text{ТП}\pm 0,1\%$	0,5
7.	Поз. Е-405/4 Напорный бак раствора карбамида	поз. 5TIR-116 температура раствора карбамида в напорном баке	Непрерывный контроль, индикация на ЦПУ, регистрация	$t_{\max} = 80^{\circ}\text{C}$	Оператор	ТХА Метран-231-01-7100-2-И-2-Н10-У1.1 Преобразователь термоэлектрический кабельный Предел измерения $0-150^{\circ}\text{C}$ Кл.т. 2,0 Погрешность АСУ $\text{ТП}\pm 0,1\%$	0,5

Продолжение *Таблица 1. Контроль производства и управления технологическим процессом*

8.	Трубопровод раствора карбамида на нагнетании насосов поз. Н-406/1-3 на циркуляцию	поз. 5TIR-117 температура раствора карбамида на нагнетании насосов	Непрерывный контроль, индикация на ЦПУ, регистрация	$t_{\text{раб}} = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_{\text{max}} = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$	Оператор	ТХА Метран-251-02-80-2-И-1-Н10-БК-У1.1 Преобразователь Термоэлектрический Предел измерения 0-150°C Кл.т. 1,0 Погрешность АСУ ТП±0,1%	0,5
9.	Трубопровод раствора карбамида на нагнетании насосов поз. Н-406/1-3 на установку	поз. 5TIR-118 температура раствора карбамида на нагнетании насосов	Непрерывный контроль, индикация на ЦПУ, регистрация	$t_{\text{раб}} = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_{\text{max}} = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$	Оператор	ТХА Метран-251-02-80-2-И-1-Н10-БК-У1.1 Преобразователь Термоэлектрический Предел измерения 0-150°C Кл.т. 1,0 Погрешность АСУ ТП±0,1%	0,5

Продолжение *Таблица 1. Контроль производства и управления технологическим процессом*

10.	поз. Н-402/1 Насос	поз. 5ТI-1111 температура раствора карбамида на нагнетании насоса	Периодический контроль по месту	$t_{\text{раб}} = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_{\text{max}} = 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Аппаратчик	ТБ-2Р(0...+120)-1,5-80-10-М20 Термометр биметаллический Предел измерения 0-120 $^{\circ}\text{C}$ Кл.т. 1,5	1,5
11.	поз. Н-402/2 Насос	поз. 5ТI-1112 температура раствора карбамида на нагнетании насоса	Периодический контроль по месту	$t_{\text{раб}} = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_{\text{max}} = 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Аппаратчик	ТБ-2Р(0...+120)-1,5-80-10-М20 Термометр биметаллический Предел измерения 0-120 $^{\circ}\text{C}$ Кл.т. 1,5	1,5
12.	поз. Н-406/1 Насос	поз. 5ТI-1115 температура раствора карбамида на нагнетании насоса	Периодический контроль по месту	$t_{\text{раб}} = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_{\text{max}} = 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Аппаратчик	ТБ-2Р(0...+120)-1,5-80-10-М20 Термометр биметаллический Предел измерения 0-120 $^{\circ}\text{C}$ Кл.т. 1,5	1,5

Продолжение *Таблица 1. Контроль производства и управления технологическим процессом*

13.	поз. Н-406/2 Насос	поз. 5ТІ-1116 температура раствора карбамида на нагнетании насоса	Периодический контроль по месту	$t_{\text{раб}} = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_{\text{max}} = 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Аппаратчик	ТБ-2Р(0...+120)-1,5-80-10-М20 Термометр биметаллический Предел измерения 0-120 $^{\circ}\text{C}$ Кл.т. 1,5	1,5
14.	поз. Н-406/3 Насос	поз. 5ТІ-1117 температура раствора карбамида на нагнетании насоса	Периодический контроль по месту	$t_{\text{раб}} = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_{\text{max}} = 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Аппаратчик	ТБ-2Р(0...+120)-1,5-80-10-М20 Термометр биметаллический Предел измерения 0-120 $^{\circ}\text{C}$ Кл.т. 1,5	1,5
15.	поз. Т-404 Теплообменник	поз. 5ТІ-1118 температура горячей воды на входе в теплообменник	Периодический контроль по месту	$t_{\text{раб}} = 95 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Аппаратчик	ТБ-2Р(0...+120)-1,5-80-10-М20 Термометр биметаллический Предел измерения 0-120 $^{\circ}\text{C}$ Кл.т. 1,5	1,5

Продолжение Таблица 1. Контроль производства и управления технологическим процессом

16.	поз. Т-404 Теплообменник	поз. 5ТІ-1119 температура горячей воды на выходе из теплообменника	Периодический контроль по месту	траб =70°C	Аппаратчик	ТБ-2Р(0...+120)-1,5-80-10-М20 Термометр биметаллический Предел измерения 0-120°C Кл.т. 1,5	1,5
17.	поз. Е-405/1 Напорный бак раствора карбамида	поз. 5ТІ-1141 температура горячей воды на входе в напорный бак	Периодический контроль по месту	траб =95°C	Аппаратчик	ТБ-2Р(0...+120)-1,5-80-10-М20 Термометр биметаллический Предел измерения 0-120°C Кл.т. 1,5	1,5
18.	поз. Е-405/1 Напорный бак раствора карбамида	поз. 5ТІ-1142 температура горячей воды на выходе из напорного бака	Периодический контроль по месту	траб =70°C	Аппаратчик	ТБ-2Р(0...+120)-1,5-80-10-М20 Термометр биметаллический Предел измерения 0-120°C Кл.т. 1,5	1,5

Продолжение *Таблица 1*. Контроль производства и управления технологическим процессом

19.	поз. Е-405/2 Напорный бак раствора карбамида	поз. 5ТІ-1143 температура горячей воды на входе в напорный бак	Периодический контроль по месту	траб =95°С	Аппаратчик	ТБ-2Р(0...+120)-1,5-80-10-М20 Термометр биметаллический Предел измерения 0-120°С Кл.т. 1,5	1,5
20.	поз. Е-405/2 Напорный бак раствора карбамида	поз. 5ТІ-1144 температура горячей воды на выходе из напорного бака	Периодический контроль по месту	траб =70°С	Аппаратчик	ТБ-2Р(0...+120)-1,5-80-10-М20 Термометр биметаллический Предел измерения 0-120°С Кл.т. 1,5	1,5
21.	поз. Е-405/3 Напорный бак раствора карбамида	поз. 5ТІ-1145 температура горячей воды на входе в напорный бак	Периодический контроль по месту	траб =95°С	Аппаратчик	ТБ-2Р(0...+120)-1,5-80-10-М20 Термометр биметаллический Предел измерения 0-120°С Кл.т. 1,5	1,5

Продолжение Таблица 1. Контроль производства и управления технологическим процессом

22.	поз. Е-405/3 Напорный бак раствора карбамида	поз. 5ТІ-1146 температура горячей воды на выходе из напорного бака	Периодический контроль по месту	траб = 70 °С	Аппаратчик	ТБ-2Р(0...+120)-1,5-80-10-М20 Термометр биметаллический Предел измерения 0-120°С Кл.т. 1,5	1,5
23.	поз. Е-405/4 Напорный бак раствора карбамида	поз. 5ТІ-1147 температура горячей воды на входе в напорный бак	Периодический контроль по месту	траб = 95°С	Аппаратчик	ТБ-2Р(0...+120)-1,5-80-10-М20 Термометр биметаллический Предел измерения 0-120°С Кл.т. 1,5	1,5
24.	поз. Е-405/4 Напорный бак раствора карбамида	поз. 5ТІ-1148 температура горячей воды на выходе из напорного бака	Периодический контроль по месту	траб = 70°С	Аппаратчик	ТБ-2Р(0...+120)-1,5-80-10-М20 Термометр биметаллический Предел измерения 0-120°С Кл.т. 1,5	1,5

Продолжение *Таблица 1*. Контроль производства и управления технологическим процессом

25.	Трубопровод воды химочищенной в емкость поз. Е-401	поз. 5FQ-305 расход воды химочищенной в емкость	Периодический контроль по месту	Не более 60 м3/ч	Аппаратчик	ВСХН-80 Счетчик воды турбинный Предел измерения 0,6-200 м3/ч	1,5
26.	поз. Е-401 Емкость растворения карбамида	поз. 5LIRSAHL-405 уровень раствора карбамида в емкости	Непрерывный контроль, индикация на ЦПУ, регистрация  Сигнализация: Максимум Минимум  Блокировка: Минимум: остановка насосов поз. Н-402/1,2,14	25 – 70 %  70 % 25 %  20 %	Оператор	KROHNE BM 70A Уровнемер радарный Предел измерения 0-100% Погрешность ±0,3% Погрешность АСУ ТП±0,1%	0,5

Продолжение *Таблица 1*. Контроль производства и управления технологическим процессом

27.	поз. Е-405/1 Напорный бак раствора карбамида	поз. 5LIRSAHL-406 уровень раствора карбамида в баке	Непрерывный контроль, индикация на ЦПУ, регистрация  Сигнализация: Максимум Минимум  Блокировка: Максимум: закрытие электродвижек № 1,5 Минимум: остановка насосов поз. Н-406/1-3	20 – 80 %  80 % 20 %  90 % 10 %	Оператор	KROHNE BM 70A Уровнемер радарный Предел измерения 0-100% Погрешность ±0,3% Погрешность АСУ ТП±0,1%	0,5
-----	---	---	---	---	----------	---	-----

Продолжение *Таблица 1. Контроль производства и управления технологическим процессом*

28.	поз. Е-405/2 Напорный бак раствора карбамида	поз. 5LIRSAHL-407 уровень раствора карбамида в баке	Непрерывный контроль, индикация на ЦПУ, регистрация  Сигнализация: Максимум Минимум  Блокировка: Максимум: закрытие электро-задвижек № 2,6 Минимум: остановка насосов поз. Н-406/1-3	20 – 80 %  80 % 20 %  90 % 10 %	Оператор	KROHNE BM 70A Уровнемер радарный Предел измерения 0-100% Погрешность ±0,3% Погрешность АСУ ТП±0,1%	0,5
-----	---	---	---	---	----------	---	-----

Продолжение *Таблица 1. Контроль производства и управления технологическим процессом*

29.	поз. Е-405/3 Напорный бак рас- твора карбамида	поз. 5LIRSAHL- 408 уровень рас- твора карбамида в баке	Непрерывный контроль, ин- дикация на ЦПУ, регистра- ция  Сигнализация: Максимум Минимум  Блокировка: Максимум: за- крытие электро- задвижек № 3,7 Минимум: оста- новка насосов поз. Н-406/1-3	20 – 80 %  80 % 20 %  90 %  10 %	Оператор	KROHNE BM 70A Уровнемер радар- ный Предел измерения 0-100% Погрешность ±0,3% Погрешность АСУ ТП±0,1%	0,5
-----	--	---	---	---	----------	--	-----

Продолжение *Таблица 1. Контроль производства и управления технологическим процессом*

30.	поз. Е-405/4 Напорный бак раствора карбамида	поз. 5LIRSAHL-409 уровень раствора карбамида в баке	Непрерывный контроль, индикация на ЦПУ, регистрация  Сигнализация: Максимум Минимум  Блокировка: Максимум: закрытие электро-задвижек № 4,8 Минимум: остановка насосов поз. Н-406/1-3	20 – 80 %  80 % 20 %  90 %  10 %	Оператор	KROHNE BM 70A Уровнемер радарный Предел измерения 0-100% Погрешность ±0,3% Погрешность АСУ ТП±0,1%	0,5
31.	поз. Е-405/1 Напорный бак раствора карбамида	поз. 5ТI-1141 температура горячей воды на входе в напорный бак	Периодический контроль по месту	траб=95° С	Аппаратчик	ТБ-2Р(0...+120)-1,5-80-10-М20 Термометр биметаллический Предел измерения 0-120°С Кл.т. 1,5	1,5

Продолжение *Таблица 1. Контроль производства и управления технологическим процессом*

31a	поз. Е-405/1 Напорный бак раствора карбамида	поз. 5TI-1142, температура горячей воды на выходе из напорного бака	Периодический контроль по месту	траб = 70 °С	Аппаратчик	ТБ-2Р(0...+120)-1,5-80-10-М20 Термометр биметаллический Предел измерения 0-120°С Кл.т. 1,5	
32.	поз. Е-405/2 Напорный бак раствора карбамида	поз. 5TI-1143 температура горячей воды на входе в напорный бак	Периодический контроль по месту	траб = 95 °С	Аппаратчик	ТБ-2Р(0...+120)-1,5-80-10-М20 Термометр биметаллический Предел измерения 0-120°С Кл.т. 1,5	1,5
33.	поз. Е-405/2 Напорный бак раствора карбамида	поз. 5TI-1144 температура горячей воды на выходе из напорного бака	Периодический контроль по месту	траб = 70 °С	Аппаратчик	ТБ-2Р(0...+120)-1,5-80-10-М20 Термометр биметаллический Предел измерения 0-120°С Кл.т. 1,5	1,5

Продолжение *Таблица 1. Контроль производства и управления технологическим процессом*

34.	поз. Е-405/3 Напорный бак раствора карбамида	поз. 5TI-1145 температура горячей воды на входе в напорный бак	Периодический контроль по месту	траб = 95 °С	Аппаратчик	ТБ-2Р(0...+120)-1,5-80-10-М20 Термометр биметаллический Предел измерения 0-120°С Кл.т. 1,5	1,5
35.	поз. Е-405/3 Напорный бак раствора карбамида	поз. 5TI-1146 температура горячей воды на выходе из напорного бака	Периодический контроль по месту	траб = 70 °С	Аппаратчик	ТБ-2Р(0...+120)-1,5-80-10-М20 Термометр биметаллический Предел измерения 0-120°С Кл.т. 1,5	1,5
36.	поз. Е-405/4 Напорный бак раствора карбамида	поз. 5TI-1147 температура горячей воды на входе в напорный бак	Периодический контроль по месту	траб = 95 °С	Аппаратчик	ТБ-2Р(0...+120)-1,5-80-10-М20 Термометр биметаллический Предел измерения 0-120°С Кл.т. 1,5	1,5

Продолжение *Таблица 1*. Контроль производства и управления технологическим процессом

37.	поз. Е-405/4 Напорный бак раствора карбамида	поз. 5ТІ-1148 температура горячей воды на выходе из напорного бака	Периодический контроль по месту	$t_{\text{раб}} = 70$ °С	Аппаратчик	ТБ-2Р(0...+120)-1,5-80-10-М20 Термометр биметаллический Предел измерения 0-120°С Кл.т. 1,5	1,5
-----	---	---	---------------------------------	-----------------------------	------------	---	-----