заказать компетентное выполнение дипломной работы на https://diplom-berezniki.ru

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное агентство по образованию
ПЕРМСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет очно-заочного обучения
Специальность Химическая технология неорганических веществ
Кафедра Химической технологии и экологии

Зав. кафедрой доцент, к.т.н.

«____»_____ г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему Реконструкция отделения выпаривания в производстве аммиачной селитры на ОАО «Азот»

Студент (Карлашов Александр Владимирович)

Состав дипломного проекта:

1. Пояснительная записка на 177 стр.
2. Графическая часть на 10 листах.

Руководитель дипломного проекта

Консультанты по разделам:

Спецчасть

Строит. часть

Экономика

Безопасность производства

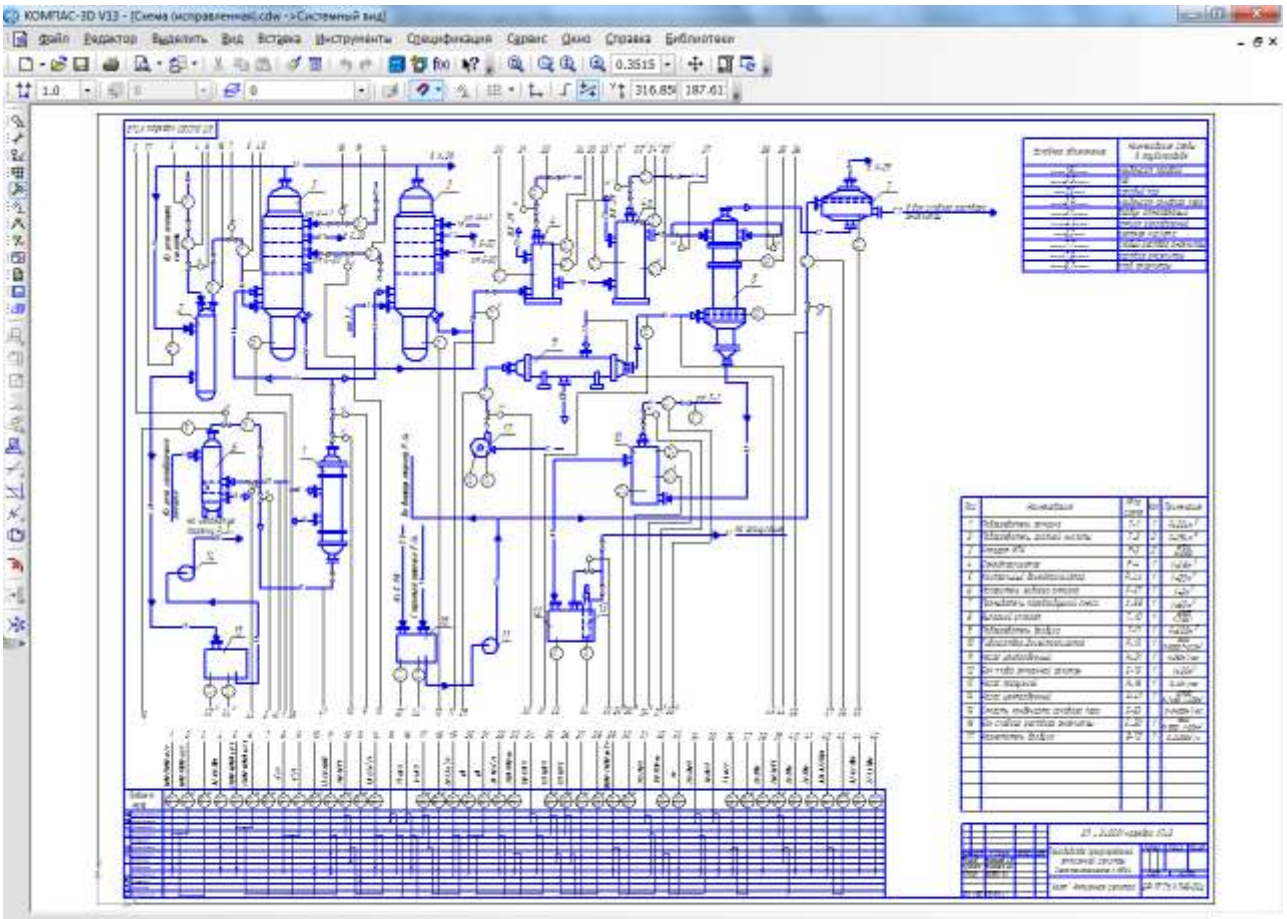
Автоматизация

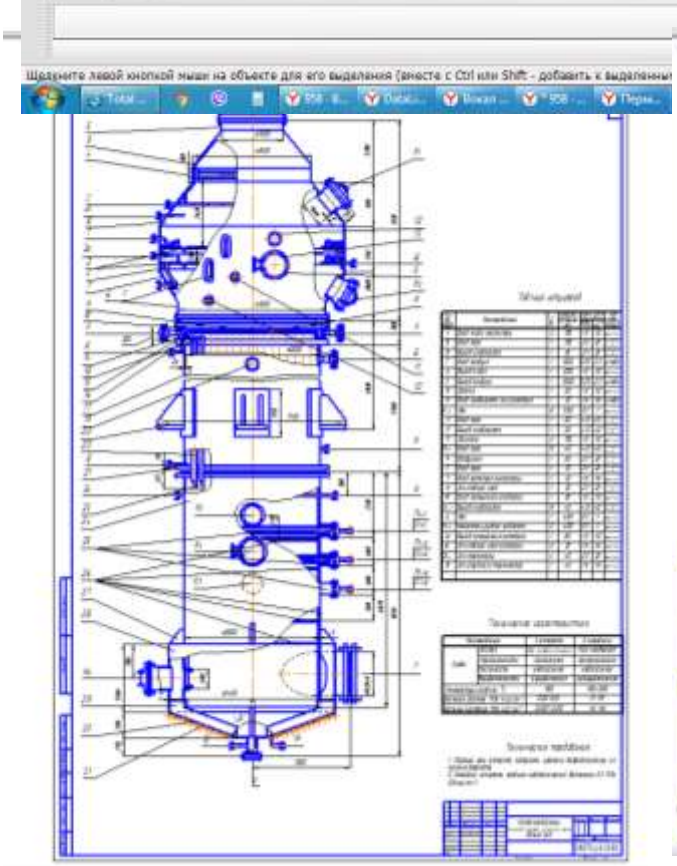
Пермь

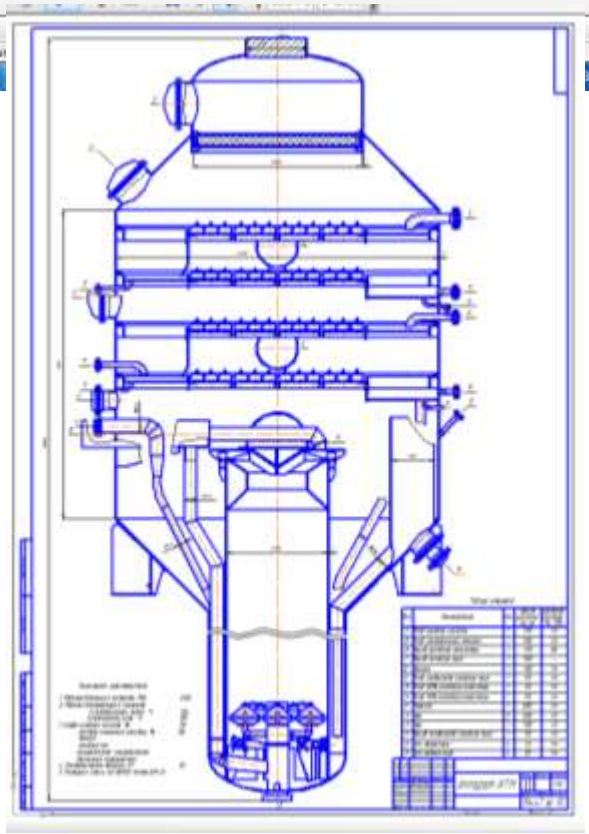
СОДЕРЖАНИЕ

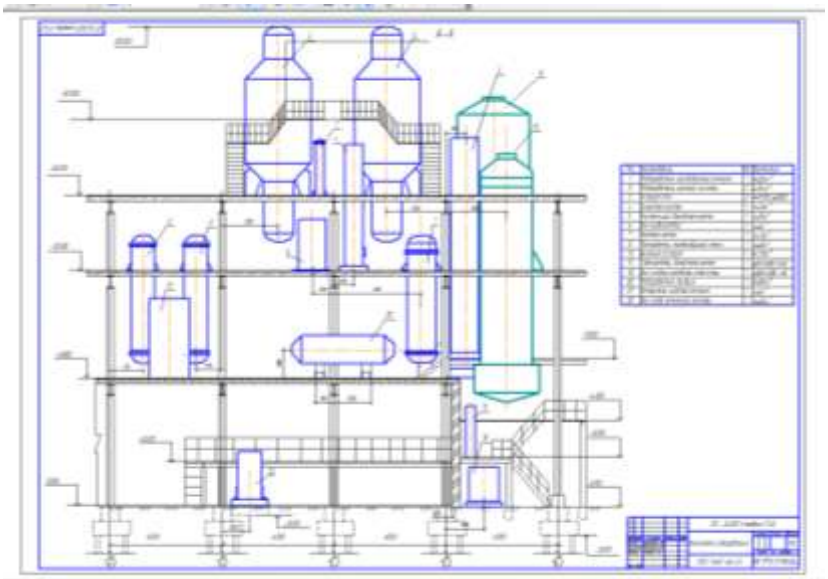
1. ВВЕДЕНИЕ 7
2. АНАЛИЗ ИЗВЕСТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ 12
2.1. Общие сведения 12
2.2. Методы производства аммиачной селитры 13
2.3. Образование отходов производства аммиачной селитры /3/ 15
3. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СЫРЬЯ, ЭНЕРГОРЕСУРСОВ, ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ТОЧКИ СТРОИТЕЛЬСТВА, МОЩНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА 20
3.1. Географическая точка строительства Березниковского ОАО "Азот" 20
3.2. Мощность производства 20
3.3. Обоснование выбора сырья 21
3.4. Характеристика сырья и энергоресурсов 21
4. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ 25
4.1. Термодинамический анализ 25
4.2. Кинетический анализ 30
4.3. Кинетика модификационных превращений 32
4.4. Режим проведения процесса 34
5. МАТЕРИАЛЬНЫЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНСЫ 36
5.1. Материальный баланс процесса нейтрализации 36
5.2. Материальный баланс процесса выпаривания 37
5.3. Тепловой баланс процесса выпаривания 38
6. РАСЧЁТ ВЫПАРНОЙ УСТАНОВКИ СЛАБОГО РАСТВОРА АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ 40
6.1. Материальный баланс 40
6.2. Тепловой расчет 41
6.3. Конструктивный расчёт 48
6.4. Определение толщины тепловой изоляции 51
7. ВЫБОР ОСНОВНОГО И ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ 52
8. КИП И А. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ 58
8.1. Введение 58
8.2. Выбор системы регулирования 58
8.3. Выбор параметров и средств автоматизации процесса производства аммиачной селитры 62
9. ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОЦЕССА СО СРЕДСТВАМИ АВТОМАТИЗАЦИИ 102
10. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ 113
10.1. Отходы производства. Классификация 113
10.2. Методы утилизации и обезвреживания отходов 116
11. ОХРАНА ТРУДА 119

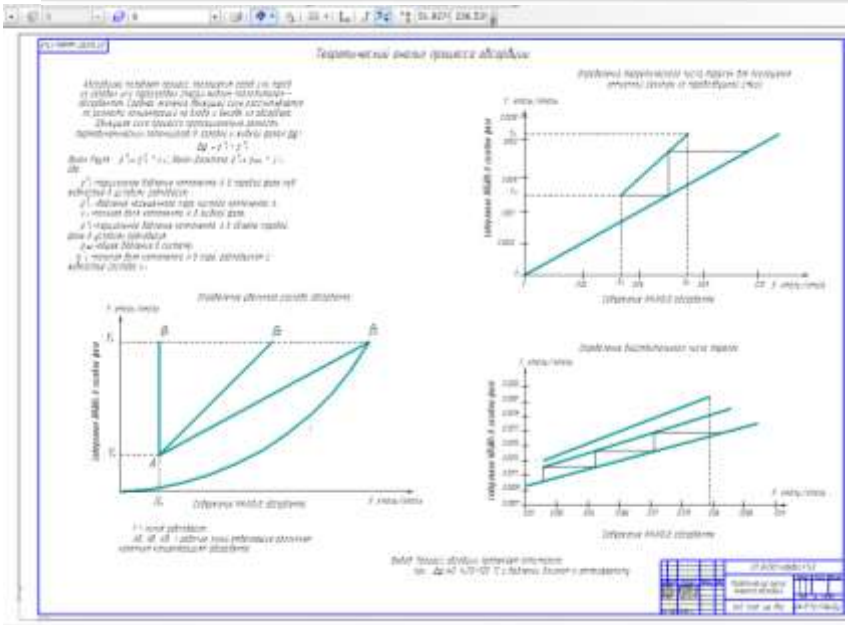
11.1. Охрана труда в Российской Федерации 119
11.2. Свойства используемых и получаемых веществ. Опасные и вредные производственные факторы 121
11.3. Классификация производства 124
11.4. Мероприятия по технике безопасности 127
11.5. Санитарно - технические мероприятия 132
11.6. Противопожарные мероприятия 132
12. СТРОИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ 137
12.1. Климатическая характеристика 137
12.2. Генеральный план площадки цеха аммиачной селитры 137
12.3. Характеристика производственных зданий и сооружений 138
12.4. Водоснабжение и канализация 138
12.5. Описание конструкции сооружения 140
12.6. Компоновка оборудования в агрегате 140
13. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ 141
13.1. Введение 141
13.2. Технико - экономический анализ производства амселитры 143
13.3. Расчёт производственной мощности 144
13.4. Планирование инвестиций на реконструкцию цеха аммиачной селитры 146
13.5. Расчёт себестоимости аммиачной селитры 149
14. ЗАКЛЮЧЕНИЕ ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

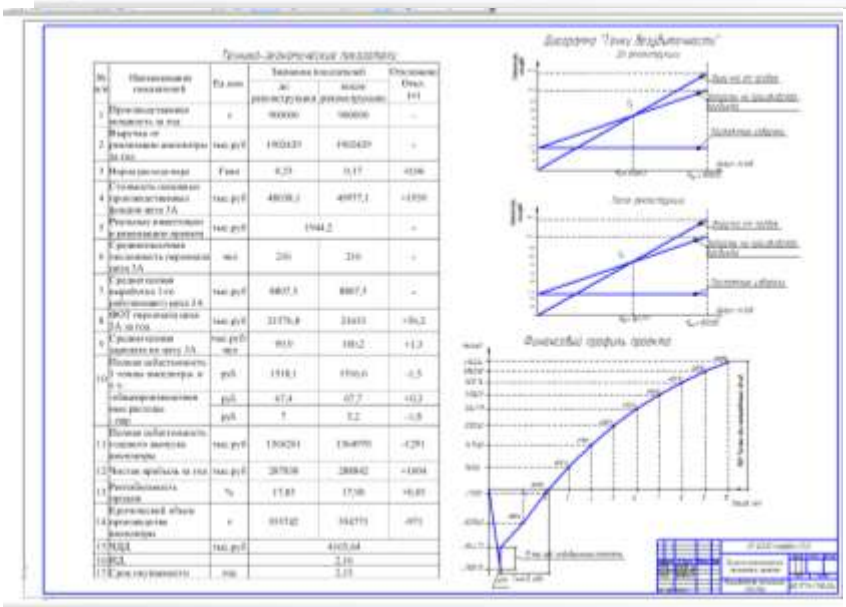

КОМПАС-3D V13 - [Схема (исправленная).cdw -:Системный вид]
Файл Редактор Выделить Вид Вставка Инструменты Спецификация Сервис Окно Справка Библиотеки


Щелкните левой кнопкой мыши на объекте для его выделения (вместе с Ctrl или Shift - добавить к выделенным









1. ВВЕДЕНИЕ

Березниковское открытое акционерное общество "Азот" является одним из крупнейших производителей минеральных удобрений в Российской Федерации. На предприятии производятся следующие виды продукции:

-аммиак (жидкий и газообразный);

-азотная кислота;

-аммиачная селитра;

-карбамид;

-нитрит-нитратные соли;

-углеаммонийные соли;

-аргон и др.

Аммиачная селитра (нитрат аммония NH_4NO_3) широко применяется в сельском хозяйстве как простое азотное удобрение и является перспективным компонентом для приготовления комплексных удобрений.

Для нормального развития растений требуются многие химические элементы. Особенно большая роль принадлежит азоту. Без него не может нормально развиваться ни одно растение. При выращивании высокоурожайных культур значение азотных удобрений резко возрастает. Аммиачная селитра является самым распространенным видом азотных удобрений. Ее применяют практически под все технические культуры (хлопчатник, сахарная свекла, лен, чай и др.), а также под зерновые и овощные культуры.

Аммиачная селитра имеет ряд преимуществ перед другими азотными удобрениями. Она содержит 34,5% азота и в этом отношении уступает только карбамиду $CO(NH_2)_2$, содержащему 46% азота. Однако каждое из азотных удобрений содержит азот только в одной форме - аммонийной или нитратной. Аммиачная селитра является универсальным азотным удобрением, так как содержит одновременно и аммонийную и нитратную формы азота. Она эффективна во всех зонах, почти под все сельскохозяйственные культуры.

Согласно ГОСТ 2-85 аммиачную селитру выпускают двух марок:

марка А - гранулированная аммиачная селитра для промышленности;

марка Б - гранулированная аммиачная селитра для сельского хозяйства.

Характеристика товарной гранулированной аммиачной селитры несколько изменяется в зависимости от области её применения.

При оценке внешнего вида селитры учитывается только загрязнение продукта какими-либо посторонними механическими примесями, которые могли бы затруднять её использование. Содержание нитратного и аммиачного азота нормируется только для селитры марки А. Для сельскохозяйственного потребителя важно знать суммарное содержание действующего вещества - азота в этом удобрении. Допустимое содержание влаги для обеих марок одинаково. Этот показатель очень важен для характеристики физико-химических свойств продукта с различными добавками и прогнозирования его поведения при длительном хранении.

В настоящее время рыночная экономика заставляет снижать себестоимость аммиачной селитры, повышать качество готового продукта до мировых стандартов с целью повышения конкурентоспособности продукции на мировом рынке.

Главные требования, предъявляемые к гранулированным удобрениям:

• высокое содержание полезного компонента в продукте;

• постоянство гранулометрического состава;

• высокая прочность гранул;

• неслеживаемость продукта при длительном хранении.

Для выполнения этих требований, а также требований, связанных с необходимостью обеспечения охраны окружающей среды и экономии энергоресурсов, необходимо совершенствовать технологию получения аммиачной селитры, проводить модернизацию основного оборудования, оснащать производство передовой техникой.

Цех по производству аммиачной селитры является одним из ведущих крупнотоннажных цехов предприятия. Выпуск продукции составляет до 900 тыс. тонн в год. Для производства аммиачной селитры необходимы следующие

виды сырья:

–аммиак газообразный (NH_3 100%);

–азотная кислота (HNO_3 58-60%);

–магнезиальный раствор.

Основными потребителями продукции являются сельскохозяйственные производства в России и за рубежом (Китай, Индия, Румыния, Франция, Англия).

Аммиачная селитра поставляется в расфасованном виде по 50, 500, 800 кг и насыпью в минераловозах. Доставка продукции по России и за рубеж осуществляется по железной дороге или водным путем, в районы Пермской области и прилегающие к ней районы - автомобильным транспортом.

Целью данного проекта является внедрение выпарной установки для концентрации слабых растворов аммиачной селитры. Утилизация стоков производства NH_4NO_3 является важнейшим этапом на пути к безотходной технологии. Окончательная цель проекта – полное использование стоков в производстве.

2. АНАЛИЗ ИЗВЕСТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

2.1. Общие сведения

Аммиачная селитра, как в нашей стране, так и за рубежом, в основном используется в сельском хозяйстве; в гораздо меньших масштабах её применяют для технических целей.

1.При производстве водоустойчивой кристаллической и гранулированной аммиачной селитры плав, содержащий добавку сернокислого окисного железа, гранулируется в башне, а обработка горячих гранул смесью жирных кислот с парафином производится в шнеках или во вращающихся барабанах.

2.Простейшие взрывчатые вещества на основе гранулированной аммиачной селитры и дизельного топлива нашли, благодаря своей дешевизне и высокой эффективности, широкое применение. Промышленные способы получения пористой аммиачной селитры основанные на добавлении к аммиачной селитре различных порообразующих или поверхностно-активных веществ и полиморфных превращениях кристаллов нитрата аммония, протекающих при термообработке гранул.

3. Известково-аммиачной селитрой называют гранулированный продукт, представляющий собой смесь расплавленного нитрата аммония с тонко измельченным порошком известняка или мела.

При внесении в почву известково-аммиачной селитры подкисление почвы не происходит благодаря карбонату кальция, находящемуся в этом удобрении в тесном контакте с нитратом аммония. Несмотря на хорошие агрохимические свойства известково-аммиачной селитры она уступает аммиачной селитре по содержанию азота в 1,7 раза. Кроме того, ее производство требует дополнительного сырья (известняка или мела), оборудования для его дробления, транспортирования и смешения с плавом нитрата аммония, дополнительные затраты электроэнергии /2/.

2.2. Методы производства аммиачной селитры

Существуют следующие методы производства аммиачной селитры:

1.Метод получения аммиачной селитры из аммиака коксового газа и разбавленной азотной кислоты перестали применять как экономически невыгодный. Кроме того, вырабатывавшаяся по этому методу аммиачная селитра всегда содержала значительное количество примесей (пиридинов, фенолов, смол и др.).

2.Производство аммиачной селитры из синтетического аммиака (или аммиаксодержащих газов) и азотной кислоты является многостадийным. В связи с этим пытались получить аммиачную селитру непосредственно из аммиака, оксидов азота, кислорода и паров воды по реакции:

$$4NH_3+4NO_2+O_2+H_2O=4NH_4NO_3$$

Однако от этого способа пришлось отказаться, так как наряду с аммиачной селитрой образовывался нитрит аммония - неустойчивый и взрывоопасный продукт /2/.

3.Значительное количество аммиачной селитры в настоящее время производится из отходящих газов некоторых систем синтеза карбамида. По одному из способов его производства на 1 т карбамида получается от 1 до 1,4 т аммиака. Из такого количества аммиака можно выработать 4,6-6,5 т аммиачной селитры. Хотя работают и более совершенные системы синтеза карбамида, аммиаксодержащие газы - отходы этого производства - еще некоторое время будут служить сырьем для получения аммиачной селитры /3/.

4.В небольших количествах аммиачную селитру получают путем обменного разложения солей (конверсионные способы) по реакциям /7/:

$$Ca(NO_3)_2 + (NH_4)_2CO_3 = 2NH_4NO_3 + \downarrow CaCO_3$$

$$Mg(NO_3)_2 + (NH_4)_2CO_3 = 2NH_4NO_3 + \downarrow MgCO_3$$

$$Ba(NO_3)_2 + (NH_4)_2SO_4 = 2NH_4NO_3 + \downarrow BaSO_4$$

$$Na\ NO_3 + (NH_4)_2SO_4 = 2NH_4NO_3 + Na_2SO_4$$

Эти способы получения аммиачной селитры основываются на выпадении одной из образующихся солей в осадок (первые три реакции) или на получении

двух солей с разной растворимостью в воде (четвертая реакция). В первом случае растворы аммиачной селитры отделяют от осадков на вращающихся фильтрах и перерабатывают в твердый продукт по обычным схемам. Во втором случае растворы упаривают до определенной концентрации и разделяют дробной кристаллизацией, которая сводится к следующему: при охлаждении горячих растворов выделяют большую часть аммиачной селитры в чистом виде, затем в отдельной аппаратуре проводят кристаллизацию из маточных растворов с получением загрязненного примесями продукта.

Все способы получения аммиачной селитры обменным разложением солей сложны, связаны с большим расходом пара и потерей связанного азота. Их обычно применяют в промышленности только в случае необходимости утилизации соединений азота, получаемых как побочные продукты. В промышленности широко применяется только метод получения аммиачной селитры из синтетического аммиака (или аммиаксодержащих газов) и разбавленной азотной кислоты.

Различают также схемы получения аммиачной селитры под вакуумом, под повышенным давлением и под давлением близким к атмосферному.

5.Проведение процесса нейтрализации с использованием вакуума имеет относительно ограниченное применение вследствие усложнения схемы стадии нейтрализации, а также невозможности полезного использования тепла сокового пара и, следовательно, снижения экономичности процесса. Такие схемы используют лишь в установках, где в качестве сырья применяют не чистый аммиак, а аммиаксодержащие газовые смеси /2/.

6.Нейтрализация азотной кислоты под повышенным давлением позволяет уменьшить габариты нейтрализаторов, промывателей сокового пара, а также получать соковый пар с более высоким потенциалом. Однако обычно эти преимущества не окупаются из-за необходимости применять жидкий аммиак вместо газообразного, повышения температуры в зоне нейтрализации, а также из-за усложнения схемы и ограниченных возможностей использования сокового пара /3/.

7.Наиболее широкое распространение получили установки, в которых процесс нейтрализации осуществляется под давлением близким к атмосферному (избыточное давление сокового пара 5-20 кПа). Преимуществом нейтрализации под атмосферным давлением является простота схемы, возможность использования газообразного аммиака, который из цеха синтеза аммиака выдается под давлением, как правило, не выше 200-300 кПа, без его сжижения и повторного испарения. Эти преимущества особенно весомы при использовании азотной кислоты концентрацией не более 58%, когда соковый пар при атмосферном давлении можно использовать для дополнительного упаривания растворов, полученных в нейтрализаторе, т.е. когда удается двукратно использовать тепло реакции нейтрализации.

На ОАО «Азот» в цехе по производству гранулированной аммиачной селитры применяется схема получения NH_4NO_3 под давлением близким к атмосферному (избыточное давление сокового пара 5-20 кПа).

2.3. Образование отходов производства аммиачной селитры /3/

В реакционной зоне ИТН температура 150-180˚С, за счет давления насыщенных паров NH_4NO_3 в образовавшихся парах может содержаться (при равновесии) от 2,7 до 15 г NH_4NO_3 на 1 литр конденсата сокового пара. Среднее содержание HNO_3 в растворе селитры после ИТН 2-4 г/л, а при нарушениях режима и до 10 г/л и выше. При этом давление насыщенных паров HNO_3 составляет 1,06-1,2 кПа, что соответствует 40 г HNO_3 в 1 литре конденсата. Образовавшиеся в аппаратах ИТН пары воды содержат не прореагировавший NH_3, и в результате взаимодействия с HNO_3 в паровой фазе может образоваться дополнительно до 50 г NH_4NO_3 на 1 литр конденсата сокового пара. Соковый пар проходит четыре очистные тарелки снижает температуру до 100˚С и содержит до 10 г NH_4NO_3 на 1 литр конденсата.

Конденсаты, образующиеся из соковых паров, зависят от производительности нейтрализаторов и выпарных аппаратов, стабильности их работы, а также от брызгоуноса. В среднем на одну тонну готового продукта в процессе нейтрализации выбрасывается 350-500 кг соковых паров, а при

выпаривании растворов селитры - около 300 кг. Содержание NH_3 в смеси обоих конденсатов достигает 1 г/л, а NH_4NO_3 ~ до 3 г/л. Очистка отработанного воздуха в скрубберах на гранбашнях, орошаемых разбавленными растворами аммиачной селитры позволяет частично очистить отработанный воздух от аммиака и NH_4NO_3, возвратить в цикл производства значительное количество аммиачной селитры.

Разбавленные растворы аммиачной селитры циркулируют в системе промывки отводящих газов и подаются на промывные скруббера башен, на орошение тарелок ИТН и в промыватели донейтролизации и выпарного аппарата.

Соковой пар из узла нейтрализации и парогазовая смесь из узла выпарки при этом смешиваются с потоком воздуха, выходящего из ствола грануляционной башни и кипящего слоя, и проходит мокрую очистку на скрубберах.

Такой принцип был применен в крупнотоннажных агрегатах. При этом все проблемы очистки выбросов сосредотачивались на газовой фазе. Очистка газов фазы приобретает особое значение при применении башенного гранулирования.

В грануляционной башне на 1 тонну продукта подают 10-12 тыс. $м^3$ воздуха. Воздух после грануляционных башен - несколько сот тысяч кубометров в час - отводится в атмосферу, загрязняя окружающий воздушный бассейн (на 1 т готового продукта с воздухом выбрасывается в атмосферу не менее 2 кг мелкодисперсных частиц аммиачной селитры). В отработанном воздухе аммиачная селитра содержится в виде мелкодисперсных частиц, которые известными механическими устройствами (циклонами, фильтрами и т. д.) невозможно уловить. Таким образом селитра, содержащаяся в выбрасываемом технологическом воздухе, представляет собой аэрозоль с частицами размером менее 10 мкм, что необходимо учитывать при выборе эффективного метода очистки воздуха и его конструктивного оформления. Такие частицы образуются в башнях вследствие сублимации аммиачной селитры в процессе

разбрызгивания плава, при дроблении струй плава на капли и особенно за счет истирания пустотелых гранул в кипящем слое. Чем выше скорость воздуха в грануляционной башне, тем более крупные частицы селитры могут быть унесены воздушным потоком. Например, при скорости 3 м/с из башни уносятся все частицы селитры размером менее 515 мкм; при скорости 1 м/с - лишь частицы менее 190 мкм. Общий унос частиц из грануляционной башни мощностью 500 т/сутки составит 350 т в год в первом случае, а во втором 25 т в год, т. е. повышение скорости воздуха в башне в 3 раза вызывает увеличение уноса селитры в 14 раз.

Для обеспечения норм по концентрации загрязняющих примесей в приземном слое были применены тарельчатые скрубберные устройства, орошаемые раствором аммиачной селитры, которые устанавливают на выходе общего парогазового потока из агрегата. Это мероприятие позволило снизить удельные выбросы с газовой фазой и был интенсифицирован процесс башенного гранулирования.

Работы по дальнейшему снижению выбросов были направлены в первую очередь на очистку парогазовых потоков, где загрязняющие примеси находятся на трех элементарных уровнях: молекулярном (газообразный аммиак), аэрозольном (растворы аммиачной селитры) и капельном (брызгоунос растворов аммиачной селитры, содержащих некоторое количество азотной кислоты). Составляющие первого и третьего уровней могут быть уловлены при прохождении мокрого скруббера, который сам генерирует брызговую фазу, требующую сепарации. Аэрозольная составляющая практически не улавливается обычными скрубберами, поэтому требует применения специальных устройств. Большой объем парогазовых потоков для действующих агрегатов с уже установленным низконапорным вентиляционным оборудованием, делает малоперспективным использование устройств, обладающих большим гидравлическим сопротивлением. Обеспечение безопасных условий эксплуатации не позволяет применять принцип электростатического отделения аэрозольных частиц. В результате за основу

был принят метод фильтрующей очистки, осуществляемый на волокнистых структурах. Физическая природа отделения аэрозолей здесь определяется эффектами инерционного характера и броуновским движением частиц. Одновременно при этом могут отфильтровываться капли брызгоуноса.

В результате испытаний был выбран один из образцов стекловолокна. Было выбрано конструктивное решение - отдельный фильтрующий элемент, пропускающий 10-25 тыс. $м^3$/ч газа, при этом обеспечивается быстрая и легкая замена фильтрующего волокна. Для очистки потока из отделения выпарки установлен один такой элемент, а для очистки выхлопа воздуха, выходящего из башни установлены 24 фильтрующих элемента.

После отделения выпаривания парогазовый поток проходя предварительно через две орошаемые тарелки снижает температуру с 180ºС до 70-90ºС, а содержащиеся в нем частицы аэрозоля укрупняются за счет конденсации паров воды. После прохождения тарелок содержание аммиачной селитры в потоке снижается примерно с 10 до 2-3 г/$м^3$.Стабилизированый средний выброс после очистки оказался равным 90 мг/$м^3$ воздуха. Установка фильтрующих элементов в скрубберах на грануляционных башнях показали значительное улучшение очистки. Содержание аммиачной селитры в уходящем воздухе при нормальном функционировании фильтрующей стадии очистки значительно более низкое (менее 100 мг/$м^3$), чем прежде (более 200-250 мг/$м^3$).

Сегодня, в условиях жестких экономических и экологических границ, когда дело касается агрегатов, находящихся на освоенных промышленных площадках, суммарные выбросы необходимо минимизировать. Ввиду этого в последнее время проводятся исследования и разработки, направленные на создание циркуляционной схемы производства аммиачной селитры, т. е. башенного гранулирования с замкнутым циклом движения воздуха.

В слабом растворе аммиачной селитры, циркулирующем в системе очистки, постепенно происходит концентрация до 10% и более NH_4NO_3, что ухудшает процесс промывки отработанного воздуха. Часть промывного раствора постоянно выводится из промывки и используется для подачи на 2-е

тарелки аппарата ИТН для переработки и регулирования температуры реакции нейтрализации. При существующей схеме производства и постоянно меняющихся нагрузках по сырью слабый раствор приходится периодически сбрасывать. Сбросы жидких отходов обходятся недёшево предприятию, поэтому существует проблема их полной утилизации.

Утилизация слабого раствора аммиачной селитры возможна только при прохождении его стадии концентрации.

3. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СЫРЬЯ, ЭНЕРГОРЕСУРСОВ, ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ТОЧКИ СТРОИТЕЛЬСТВА, МОЩНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

3.1. Географическая точка строительства Березниковского ОАО "Азот"

Березниковское ОАО "Азот" находится на левом берегу реки Кама в 5 километрах от города Березники. Существующая площадка ОАО "Азот" с северо-запада примыкает к ограждающей дамбе водохранилища. Камское водохранилище, после его заполнения, значительно повлияло на климатическую обстановку города Березники и предприятий этого региона. Климат стал более влажным, снизилась скорость потока воды за счет регулирования стока плотиной.

Промышленной водой завод обеспечивается от существующего водозабора, расположенного на берегу водохранилища. Источниками хозяйственно-питьевого водоснабжения является водозаборы артезианской воды реки Усолка.

С севера предприятие граничит с Березниковским ОАО «Сода». Непосредственно на площадке предприятия находится ТЭЦ - 4, которая до 1990 г. обеспечивала предприятие паром.

ОАО «Азот» находится рядом с двумя мощными транспортными магистралями: судоходная Кама и Горнозаводская железная дорога. Река Кама является неисчерпаемым источником воды и транспортной магистралью. Удобное расположение завода определило место строительства производства аммиачной селитры. Предприятие располагается в непосредственной близости к сырьевой базе.

Строительство завода было начато в 1929 году, а пущен в эксплуатацию в 1932 году.

3.2. Мощность производства

Годовая проектная производительность установки (на 2 агрегата) составляет 900000 тонн по готовому продукту или 450000 тонн на каждый агрегат.

Фактическая выработка продукта на предприятии зависит от ритмичности работы, нагрузки и объёмов сбыта. Выработка аммиачной селитры в 2003 году составила 740300 тонн.

3.3. Обоснование выбора сырья

Аммиачную селитру можно получить из нескольких видов сырья. Её получали из натриевой селитры и сульфата аммония:

$$2NaNO_3+(NH_4)_2SO_4=2NH_4NO_3+Na_2SO_4$$

Но производство аммиачной селитры этим методом зависело от импорта природной селитры, ввозившейся из Чили.

Другой метод, где исходным сырьём являлись аммиак коксового газа и неконцентрированная азотная кислота, перестали применять как экономически невыгодный.

В данном проекте предусмотрена технологическая схема, где в качестве сырья применяется газообразный аммиак и 58% азотная кислота:

$$NH_3 + HNO_3 = NH_4NO_3 + Q$$

Производство аммиачной селитры по этому методу характеризуется простотой технологического процесса. При протекании реакции выделяется тепло, которое используется в технологическом процессе.

С экономической точки зрения такая технология выгодна, так как не требует дополнительных затрат на тепловую энергию. Немаловажную роль имеет значение то, что сырьём для производства NH_4NO_3 являются полупродукты данного предприятия: аммиак - продукт цеха №1, азотная кислота - продукт цеха №5. В технологическом процессе потери сырья незначительны. Процесс нейтрализации ведут при температуре не выше 165°С, чем предотвращают термическое разложение аммиачной селитры. Реакция необратима и протекает мгновенно, не образуя побочных продуктов.

3.4. Характеристика сырья и энергоресурсов

Для получения гранулированной аммиачной селитры используется азотная кислота с концентрацией не менее 57%, а также газообразный аммиак, которые производятся на этом же предприятии.

Энергоресурсами является водяной пар, электроэнергия, оборотная вода и паровой конденсат. Расчётный расход водяного пара в агрегатах складывается из расхода на нагрев воздуха перед выпарным аппаратом, выпарку раствора до 99,8%-го плава и на обогрев трубопроводов.

Оборотная вода используется в незначительных количествах на охлаждение масла смазочной системы нагнетателей воздуха выпарного аппарата и для охлаждения парового конденсата.

Таблица 1

Характеристика сырья, энергоресурсов и материалов

№ п/п	Наименование сырья, материалов	ГОСТ, ОСТ, ТУ, Регламент	Показатели, обязательные для проверки	Регламентируемые показатели по НТД
1	2	3	4	5
Исходное сырьё				
1	Аммиак газообразный	ГОСТ 6221-90	Массовая доля а) аммиака б) масла	Не менее 99,6% Не более 8мг/дм^3
2	Азотная кислота	Регламент производства неконцентрированной азотной кислоты ОСТ 11303270-90	Массовая доля: а) азотной кислоты б) оксидов азота в пересчёте на N_2O_4 в) хлоридов	Не менее57% Не более0,07% Не более 60 млн^1
3	Раствор нитрата магния $Mg(NO_3)_2$	Регламент производства крепкой азотной кислоты	Массовая доля: а) $Mg(NO_3)_2$ б) железа (Fe) в)взвешенных частиц	Не менее30% Не более3,0 мг/л Не более 0,3 мг/л

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5
Вспомогательные материалы				
1	Каустическая сода (едкий натр)	ГОСТ 2263-79	Массовая доля едкого натра	Не менее 43%
2	Оборотная вода	Регламент цеха тепловодоснабжения	Избыточное давление	Не менее 0,25 МПа (2,5 кгс/см^2)
3	Воздух технологический	Регламент цеха переработки газов	Избыточное давление	Не менее 0,4 МПа (4,0 кгс/см^2)
4	Азот газообразный	ГОСТ 9293-74	Избыточное давление	Не менее 0,2 МПа (2 кгс/см^2)
5	Воздух КИПиА	ГОСТ 17433-80 ГОСТ 24484-80	Точка росы Давление	Не выше-40°С 0,4-0,6 МПа
6	Вода химочищенная	Регламент цеха химводоподготовки	Давление	Не менее 0,25МПа (2,5 кгс/см^2)
7	Паровой конденсат (для технологических нужд и в заводскую сеть)	Регламент производства аммиачной селитры	Массовая концентрация: а) аммиака NH_3 б) амселитры NH_4NO_3 в) азотной кислоты HNO_3 Температура	 Не более 1 мг/л Отсутствие Отсутствие Не более 100°С
Энергетические ресурсы				
1	Перегретый водяной пар	Регламент цеха тепловодоснабжения	Избыточное давление Температура	Не более 1,5МПа (15 кгс/см^2) 220-300°С
2	Насыщенный водяной пар (после пароувлажнителя)	Регламент производства аммиачной селитры	Избыточное давление Температура	1,2-1,4 МПа (12-14 кгс/см^2) 191-197°С

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5
3	Насыщенный водяной пар (узел редуцирования)	Регламент производства аммиачной селитры	Избыточное давление Температура	0,8 МПа (8 кгс/см^2) не более 175°С
4	Электроэнергия	Регламент цеха электроснабжения	Переменный ток: а) частота б) напряжение	 50 Гц 380/220 вольт
Фильтрующие материалы				
1	Ткань фильтрующая ИПСФ-850А-7А	ТУ-6-06-9-30-83	Соответствие требованиям ТУ	–

4. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

4.1. Термодинамический анализ

Целью термодинамического анализа является: определение оптимальных условий получения продукта высокого качества, его наибольшего выхода, максимального использования сырья с минимальными потерями.

Реакция нейтрализации азотной кислоты газообразным аммиаком протекает с большой скоростью без образования побочных продуктов. В результате реакции выделяется большое количество тепла, определяемого тепловым эффектом реакции, концентрацией исходной кислоты и температурой реагентов.

Реакция нейтрализации относится к процессу абсорбции, который условно можно разделить:

1.Физическая абсорбция газа (аммиака) поглотителем (азотной кислотой).

2. Химическое взаимодействие растворенных в жидкости молекул газа с активным компонентом абсорбента.

Влияние различных факторов (температура, давление, концентрация) на величину равновесного давления газа над жидкостью или растворимости, является сложным и определяется вышеуказанными стадиями.

Увеличение давления резко влияет на статику физической абсорбции. Характерная особенность растворимости газов в хемосорбентах заключается в относительно медленном росте растворимости с увеличением давления (чем выше давление, тем меньше увеличивается растворимость).

Величина равновесного давления поглощаемого газа над жидкостью при хемосорбции будет определяться стадией, протекающей с наименьшей убылью термодинамического потенциала. При хемосорбции общий статический анализ процесса состоит из статического анализа физической абсорбции и термодинамического анализа химического взаимодействия.

На основе оптимальных условий, найденных для вышеуказанных двух стадий, проводится общая оптимизация режима хемосорбции /1/.

$$\Delta p = p_{NH_3}^{Г} - p_{NH_3}^{Ж}$$

где Δ – движущая сила процесса абсорбции

$p^{Г}_{NH_3}$ – парциальное давление аммиака в объёме газа

$p^{Ж}_{NH_3}$ – равновесное давление аммиака над раствором

Движущая сила: $p^{Г}_{NH_3} - p^{Ж}_{NH_3} > 0$

Для определения вероятности протекания процесса химического взаимодействия определяем величину изобарно-изотермического потенциала, который является критерием самопроизвольного протекания процесса. По мере протекания реакции нейтрализации ΔG уменьшается, и в момент равновесия достигает минимума.

Термодинамический анализ реакции нейтрализации:

Для расчёта воспользуемся уравнением Гиббса-Гельмгольца.

$$\Delta G^0_T = \Delta H^0_{298} - T \cdot \Delta S^0_{298}$$

где ΔG^0_T – изменение изобарно–изотермического потенциала компонента

ΔH^0 – изменение энтальпии компонента

ΔS^0 – изменение энтропии компонента

Реакция нейтрализации протекает по уравнению:

$$\mathbf{NH_3 + HNO_3 = NH_4NO_3}$$

Таблица 2

Термодинамические коэффициенты реагентов и продуктов реакции

элемент	$\Delta H^0_{f,298}$	$S^0_{f,298}$	a	$b \cdot 10^{-3}$	$c` \cdot 10^5$
NH_3	-46,19	192,50	29,8	25,48	-1,67
HNO_3	-173,0	156,16	-	-	-
NH_4NO_3	-365,10	150,6	-	-	-
∑	-145,91	-198,06	-29,80	-25,48	-1,67

Исходя из закона Гесса, тепловой эффект реакции равен алгебраической сумме теплот образования продуктов реакции за вычетом теплот образования исходных веществ.

1. Расчёт стандартной энтальпии реакции нейтрализации

$\Delta H_{r,298}=(\Delta H^0_{r,298,NH4NO3}) - (\Delta H^0_{r,298,NH3} + H^0_{r,298,HNO3}) = (-365,1) - [-173,0 + +(-46,19)] = -145,91$ Дж

Т.к. $\Delta H_{r,298} < 0$, то $Q > 0$ – следовательно реакция экзотермическая.

2. Расчёт энтальпии реакции нейтрализации

$$\Delta H_{r,433} = \Delta H_{r,298} + \left[\int_{298}^{433} C^{T}_{p,NH_4NO_3} dT\right] - \left[\int_{298}^{433} C^{Г}_{p,NH_3} dT + \int_{298}^{433} C^{Ж}_{p,HNO_3} dT\right] =$$

$$= \Delta H_{r,298} + \left[\int \left(a + b\cdot T + \frac{C^1}{T^2}\right)^{T}_{NH_4NO_3} dT\right] - \left[\int \left(a + b\cdot T + \frac{C^1}{T^2}\right)^{Г}_{NH_3} dT + \int \left(a + b\cdot T + \frac{C^1}{T^2}\right)^{Ж}_{HNO_3} dT\right] =$$

$$= -145,91 - 29,8\times[433-298] - 25,48\times10^{-3}\times0,5\times\left[433^2 - 298^2\right] - 1,67\times10^5\times\left[\frac{1}{433} - \frac{1}{298}\right] =$$

$$= -151015,5255\,Дж = -151,015\,кДж$$

3. Расчёт стандартной энтропии реакции нейтрализации

$\Delta S_{f,298} = (\Delta S^0_{f,298,NH4NO3}) - (\Delta S^0_{f,298,NH3} + S^0_{f,298,HNO3}) = 150,6 - (192,5+156,16) =$
$= -198,06$ Дж

4. Расчёт энтропии реакции нейтрализации

$$\Delta S^0{}_{f,433} = \Delta S^0{}_{f,298} + \left[\int_{298}^{433} C^{T}_{p,NH_4NO_3} \frac{dT}{T}\right] - \left[\int_{298}^{433} C^{Г}_{p,NH_3} + \int_{298}^{433} C^{Ж}_{p,HNO_3}\right] =$$

$$= \Delta S^0{}_{f,298} + \left[\int \left(a + b\cdot T + \frac{C^1}{T^2}\right)^{T}_{NH_4NO_3} \frac{dT}{T}\right] - \left[\int \left(a + b\cdot T + \frac{C^1}{T^2}\right)^{Г}_{NH_3} \frac{dT}{T} + \int \left(a + b\cdot T + \frac{C^1}{T^2}\right)^{ж}_{HNO_3} \frac{dT}{T}\right] =$$

$$= -198,06 - 29,8\times\ln\frac{433}{298} - 25,48\times10^{-3}\times[433-298] + 0,5\times1,67\times10^5\times\left[\frac{1}{433^2} - \frac{1}{298^2}\right] = -213,1294\,Дж$$

Расчёт энергии Гиббса:

$\Delta G_{f,433} = \Delta H_{f,433} - T\cdot\Delta S^0_{f,433} = -497015,5255 - 433\cdot(-213,1294) =$
$= -59139,874$ Дж

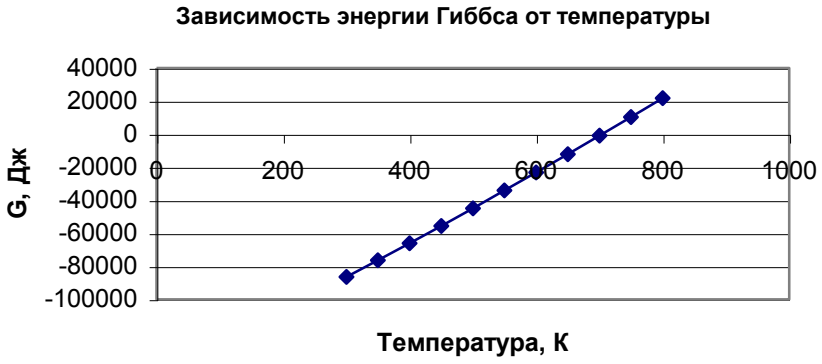


Рис. 1

Видно, что химическая реакция протекает с уменьшением изобарно-изотермического потенциала. Возможность осуществления процесса в термодинамике определяют по значению ΔG.

Данная реакция возможна, так как получаемая величина ΔG<10 ккал/моль, при котором процесс возможен.

Реакцию можно считать практически необратимой, сдвигающей равновесие физической абсорбции в сторону поглощения аммиака азотной кислотой. При этом равновесное давление аммиака над раствором практически равно нулю.

$P^{ж}_{NH3} = 0$; $\Delta P = P^{г}_{NH3}$, поэтому движущая сила при температуре 160ºС имеет максимальное значение и зависит от общего давления и концентрации.

$P^{г}_{NH3} = p \cdot nNH_3 / \sum n$,

где p - общее число молей;

nNH_3 - число молей поглощаемого аммиака;

$\sum n$ - сумма молей всех компонентов.

Наиболее концентрированный раствор образуется при помощи наибольшего теплового эффекта реакции, который может быть получен при использовании наиболее концентрированного сырья. Обратная реакция - разложение аммиачной селитры, очень редкий, но возможный процесс в производстве. Аммиачная селитра разлагается по трём реакциям:

$$NH_4NO_3 = N_2O + 2H_2O$$

$$NH_4NO_3 = NO + 1/2N_2 + 2H_2O$$

$$NH_4NO_3 = N_2 + 1/2O_2 + 2H_2O$$

Все эти реакции идут самопроизвольно в интервале температур от 200ºС и выше.

В интервале температур от 0°С до 200°С скорости разложения препятствует процесс образования аммиачной селитры.

Поэтому разложение аммиачной селитры в интервале температур от 0°С до 200°С незначительно. Во избежание разложения раствора необходимо не допускать перегрева плава. Температура процесса 160°С.

Условие максимально возможного выхода продукта определяется значением константы равновесия.

Расчёт константы равновесия:

Применяем для этого уравнения Вант - Гоффа

$\Delta G^0_T = -R \cdot T \cdot \ln K_p = -2{,}3 \lg K_p$

где R = 8,314 кДж/моль · град - универсальная газовая постоянная

$\lg K_p = \Delta G_T^0 / 2{,}3 \cdot R \cdot T$

Таблица 3

Зависимость энергии Гиббса и константы равновесия от температуры

T,K	M_0	M_1	M_2	M_{-2}	ΔG	Kp
300	1,91E-05	5,704E-06	1,7042E-06	-0,006915757	-86488,36452	1,14273E+15
350	0,012194	0,0038406	0,00121145	-0,154308047	-76371,62789	2,495E+11
400	0,039243	0,0129668	0,00430627	-0,249971312	-66051,24461	421526258,8
450	0,074206	0,0256205	0,00893557	-0,315557732	-55550,75024	2803673,864
500	0,113311	0,0407434	0,014889	-0,362471312	-44888,99685	48888,22913
550	0,154412	0,0576622	0,02203273	-0,397182056	-34081,36787	1724,088029
600	0,19625	0,0759279	0,0302775	-0,423582423	-23140,62745	103,3795048
650	0,238068	0,0952296	0,03956153	-0,444128117	-12077,52264	9,343208262
700	0,279412	0,1153453	0,0498407	-0,460430496	-901,2184481	1,167468578
750	0,32001	0,1361123	0,06108265	-0,473582423	10380,38156	0,189275699
800	0,359703	0,1574084	0,07326311	-0,484346312	21760,39456	0,037956664

Рис. 2

Из расчётов видно, что значение константы равновесия уменьшается с увеличением температуры.

Реакция получения аммиачной селитры - экзотермическая реакция, поэтому увеличение температуры в зоне реакции будет отрицательно отражаться на равновесном выходе продукта. Также из расчётов видно, что максимально возможный выход аммиачной селитры будет при температуре 160°С в реактивной зоне аппарата ИТН.

Увеличение температуры плава может привести к термическому разложению.

4.2. Кинетический анализ

Кинетический анализ позволяет выявить пути интенсификации производственного процесса, произвести расчёт производственных аппаратов с помощью трёх уравнений: материального баланса, теплового баланса и кинетического уравнения, правильно выбрать технологический режим и обеспечить при этом максимальный выход продукта. В основе кинетического анализа лежит использование кинетических моделей.

Кинетическая модель - это упрощенное изображение процесса в реакторе, сохраняющее свойства реального объекта и передающееся в математической форме. Под кинетической моделью понимают зависимость скорости процесса от основных характеристик системы (концентрации, температуры и т.д.).

Реакция получения аммиачной селитры - гетерогенный процесс, так как он протекает между веществами, находящимися в различных фазах, и скорость

таких процессов определяется как скоростью химического превращения, так и скоростью переноса вещества.

Модель гетерогенной системы газ-жидкость – двупленочная модель Льюиса-Уитмэна, согласно которой основное сопротивление передаче массы и химическому взаимодействию сосредоточено в газовой и жидкостной пленках, образующихся по обе стороны раздела фаз.

1.Диффузия молекул аммиака из объема газовой фазы к поверхности жидкости через газовую диффузионную пленку.

2.Химическое взаимодействие аммиака и азотной кислоты на поверхности раздела фаз.

3. Перенос продуктов взаимодействия от этой поверхности в объем.

1. Скорость процесса переноса вещества определяется по уравнению Фика /1/:

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} = -D \cdot F \cdot \left[\left(P_a^{Г} - P_a^{Ж}\right)/l\right],$$

где $P_a^{г}$ - парциальное давление аммиака в газовой фазе;

$P_a^{ж}$ - равновесная упругость аммиака над жидкой фазой;

D - коэффициент молекулярной диффузии;

F - поверхность раздела фаз;

l - толщина диффузионной пленки.

Минус указывает на направление потока от больших концентраций к меньшим.

2. Скорость самой химической реакции /1/:

$$r_a = K_s [A]^n,$$

где K_s - константа скорости, или количество вещества, реагирующего в единицу времени на единице поверхности при единичной концентрации газового реагента (аммиака).

Лимитирующей стадией процесса является диффузия газообразного аммиака в объем жидкой фазы. Из уравнений можно сделать выводы, что скорость процесса зависит от следующих параметров:

1.Увеличения площади контакта фаз. В данном случае в целях интенсификации процесса ввод реагента осуществляется через кольцевые барботёры.

2.Толщины диффузионной пленки. Чтобы уменьшить толщину необходимо увеличить скорость перемешивания между взаимодействующими реагентами.

3.Концентрации реагентов. Чем больше концентрация веществ, тем выше скорость процесса.

$$\nu = K \cdot C_{NH3} \cdot C_{HNO3}$$

Для получения аммиачной селитры в настоящее время используется 58% азотная кислота, вместо используемой ранее 46%.

4. Температуры. С увеличением температуры скорость химической реакции увеличивается. Поэтому необходимо реагенты предварительно подогревать. Аммиак подогревают до 120 - 180ºС, а азотную кислоту до 90°С.

5. Давления. Из уравнения Фика видно, что увеличение давления увеличивает скорость реакции.

4.3. Кинетика модификационных превращений

Аммиачная селитра - технический нитрат аммония - содержит не менее 34,2% азота. Твердый нитрат аммония в интервале температур от - 17ºС до 169,6ºС имеет пять кристаллических модификаций, термодинамически устойчивых при атмосферном давлении. Каждая модификация существует лишь в определенной области температур, и переход из одной модификации в другую (полиморфный переход) сопровождается изменениями кристаллической структуры и объема кристаллической решетки.

Таблица 4

Свойства кристаллических модификаций нитрата аммония

Модификация	Температурная область существования модификации, ºС	Вид симметрии	Параметры кристаллической решётки, 10^{-10} м, (A^0)			Объём кристаллической решётки, 10^{-10} м^3,(A^0)^3
			a	b	c	
I	169,6-125,2	Кубическая	4,40	4,40	4,40	85,2
II	125,2-84,2	Тетрагональная	5,75	5,75	4,95	163,7
III	84,2-32,3	Ромбическая, моноклинная	7,06	7,66	5,80	313,7
IV	32,3-(-17)	Ромбическая, бипирамидальная	5,75	5,45	4,96	155,4
V	(-17)-(-50)	Тетрагональная	8,03	8,03	9,83	633,8

Процессы перехода одной модификации нитрата аммония в другую являются обратимыми - энантиотропными. Они сопровождаются выделением (или поглощением) тепла и скачкообразным изменением удельного объема, теплоемкости, энтропии и т.д.

Термодинамические и равновесные температуры модификационных превращений аммиачной селитры можно изменить лишь введением добавок неорганических солей (введение нитрата магния - наиболее эффективная), которые изменяют ее кристаллическую решетку в случае образования твёрдых растворов или химических соединений. Поэтому влага принципиально не может изменить термодинамические температуры полиморфных переходов

Кристаллизация плава аммиачной селитры независимо от содержания влаги протекает через превращения I→II, II→III и III→IV.

Добавка нитрата магния стабилизирует модификацию IV: при хранении селитры с добавкой в интервале температур от плюс 50 до минус 28°С не будет происходить резких объёмных изменений, связанных с модификационными переходами, а также введение нитрата магния понижает температуру плавления аммиачной селитры.

Замена последовательных превращений II→III→IV на II→IV позволяет провести процесс охлаждения плава с минимальными объёмными и

структурными изменениями. Установление условий стабилизации перехода II→IV и оптимальной температуры охлаждения гранул в кипящем слое важно для повышения качества готового продукта, т.к. проходит без существенной деформации кристаллов аммиачной селитры.

Характерной чертой полиморфных превращений в твердой фазе является локализация протекания в определенных участках кристалла. Топохимическое превращение характеризуется следующими основными стадиями: возникновением ядер новой фазы, их ростом и образованием слоя новой фазы, содержание которой увеличивается во времени.

Замедление модификационных превращений IV↔Ш, которые сопровождаются наибольшими объёмными изменениями, позволяет сохранить исходные физико - механические свойства гранул. Это превращение замедляют добавки сульфата аммония (0,27%), нитрата магния (0,15% $Mg(NO_3)_2$) и фосфатно - сульфатные добавки [0,18% (NH_4SO_4 + 0,30%P_2O_5)].

4.4. Режим проведения процесса

Из термодинамического анализа видно, что:

– оптимальной является температура 160°С;

– с увеличением температуры нейтрализации увеличиваются потери азота из-за некоторого разложения азотной кислоты и аммиачной селитры;

– кроме того, при высоких температурах вследствие заметного увеличения давления паров аммиачной селитры, создаются условия для ее уноса с соковым паром в виде трудноуловимого аэрозоля;

– так как давление влияет на температуру в зоне реакции, необходимо проводить процесс нейтрализации при низком давлении;

– при предельном давлении (для аммиачной селитры 6 атм.) создаются благоприятные условия для разложения со взрывом;

Оптимальные условия ведения процесса.

1. Так как лимитирующей стадией процесса нейтрализации является диффузия газообразного аммиака в объем жидкой фазы, то необходимо

заказать компетентное выполнение дипломной работы на https://diplom-berezniki.ru

применять барботирование.

2. Процесс необходимо вести при температуре 160°С для снижения скорости разложения аммиачной селитры. Для поддержания температуры не выше допустимой предусмотрен ввод конденсата сокового пара.

3. Реакция необратима. Её скорость достаточно велика при обычном давлении, поэтому нет необходимости применять повышенное давление, что упрощает аппаратурное оформление.

5. МАТЕРИАЛЬНЫЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНСЫ

5.1. Материальный баланс процесса нейтрализации

Исходные данные:

Концентрация газообразного аммиака, %	100
Концентрация азотной кислоты, %	58
Температура газообразного аммиака, °С	120
Температура азотной кислоты, °С	90

Для получения 1 тонны селитры по реакции $NH_3+HNO_3=NH_4NO_3+Q$ требуется:

аммиака $x = \frac{1000 \cdot 17}{80} = 212{,}5$; азотной кислоты $x = \frac{1000 \cdot 63}{80} = 787{,}5$

С учётом потерь расход на 1 тонну NH_4NO_3 составит:

212,5 + 2,5 = 215 кг аммиака

787,5 + 7,5 = 795 кг азотной кислоты

Расход 58% азотной кислоты: 795/0,58 = 1370 кг

В этом количестве кислоты содержится воды: 1370 – 795 = 575 кг

Таким образом в аппарат ИТН поступает аммиака и азотной кислоты: 215 + 1370 = 1585 кг

На выходе 88,4% раствор амселитры: 1000/0,884 = 1131кг

В нём содержится воды: 1131 – 1000 = 131 кг

В процессе нейтрализации испаряется воды: 575 – 131 = 444 кг

Годовая проектная производительность цеха составляет 900000 тонн по готовому продукту. Цех состоит из двух идентичных агрегатов. Мощность производства определяется производительностью основного оборудования, которым является аппарат использования тепла нейтрализации (ИТН). Эффективный фонд времени работы аппарата ИТН составляет 5625 часов в год. Количество аппаратов – 4 (по 2 на каждом агрегате).

Производительность одного аппарата ИТН:

Q = 900000 / 5625·4 = 40 т/час.

Материальный баланс на два аппарата ИТН производительностью 40 т/ч каждый.

Таблица 5

Материальный баланс процесса нейтрализации

Приход	Кг/час	Расход	Кг/час
Аммиак	20080	Раствор амселитры (90%)	88880
Азотная кислота	63600	Соковый пар	37120
Вода с кислотой	46000	Потери (аммиак+кислота)	800
Всего:	126800	Всего:	126800

5.2. Материальный баланс процесса выпаривания

Исходные данные:

Количество поступающего раствора, кг/ч 88880

в т.ч. NH_4NO_3 79992

Вода 8888

Начальная концентрация раствора, % 88,4

Конечная концентрация раствора, % 99,7

Количество выпариваемой воды:

$W = 88880 \cdot (1 - 88,4/99,7) = 8647$ кг/час = 2,4 кг/с

Количество упаренного раствора:

$G_к = 88880 - 8647 = 80233$ кг/час = 22,28 кг/с

Таблица 6

Материальный баланс процесса выпаривания

Приход	Кг/час	Кг/с	Расход	Кг/час	Кг/с
88,4% раствор, в т.ч. NH_4NO_3 H_2O	 79992 8888	 22,22 2,46	99,7%-й плав, в т.ч. NH_4NO_3 Соковый пар	 80233 8647	 22,28 2,4
Всего:	88880	24,68	Всего:	88880	24,68

5.3. Тепловой баланс процесса выпаривания

1. Температура кипения раствора

В выпарных аппаратах плёночного типа гидростатическую депрессию не учитывают. Температура кипения в этих аппаратах определяется как средняя между температурами кипения растворов с начальной и конечной концентрациями при давлении 0,102 МПа.

$t_{кип} = (t_{k1} – t_{k2}) / 2 = (145,3 + 233,5) / 2 = 189,4$ ºС,

где t_{k1} –температура кипения раствора с начальной концентрацией 88,4%;

t_{k2} – температура кипения раствора с конечной концентрацией 99,7%.

2. Полезная разность температур

$\Delta t_{пол} = T – t_{кип} = 197,4 – 189,4 = 8$ ºС,

где T – температура греющего пара, ºС;

$t_{кип}$ – температура кипения раствора, ºС.

3. Уравнение теплового баланса

$G_{г.п.} \cdot r_{г.п.} + G_н \cdot c_н \cdot t_1 + G_в \cdot c_{в1} \cdot t_{в1} = W \cdot i_{в.п.} + G_к \cdot c_к \cdot t_{кип} + G_в \cdot c_{в2} \cdot t_{в2} + Q_{пот}$,

где $G_{г.п.} \cdot r_{г.п.}$ – приход тепла с греющим паром;

$r_{г.п.} = 1956$ кДж/кг – удельная теплота конденсации греющего пара;

Приход тепла с 88,4%-м раствором аммиачной селитры:

$G_н \cdot c_н \cdot t_1 = 17,95 \cdot 1,93 \cdot 145,3 = 5033,7$ кДж/с = 18121320 кДж/ч,

где $G_н$ – количество раствора, поступающего на выпаривание, кг/с;

$c_н$ – удельная теплоёмкость раствора, поступающего на выпаривание, кДж/кг·К;

t_1– температура кипения 88,4% раствора, ºС.

Приход тепла с воздухом:

$G_в \cdot c_{в1} \cdot t_{в1} = 8,33 \cdot 1,023 \cdot 180 = 1534,5$ кДж/с = 5524200 кДж/ч,

где $G_в$ – количество воздуха, поступающего в выпарной аппарат, кг/с;

$c_{в1}$ – удельная теплоёмкость воздуха, поступающего в выпарной аппарат, кДж/кг·К;

$t_{в1}$– температура воздуха, поступающего в выпарной аппарат, ºС.

Расход тепла с вторичным паром:

$W \cdot i_{в.п.} = 2{,}035 \cdot 2677 = 5447{,}7$ кДж/с = 19611720 кДж/ч,

где W – количество выпаренной воды (вторичный пар), кг/с;

$i_{в.п.}$ – удельная энтальпия вторичного пара (при $P_{абс.в.п.}$= =1,03 кгс/см^2), кДж/кг·К.

Расход тепла с воздухом:

$G_в \cdot c_{в2} \cdot t_{в2} = 8{,}33 \cdot 1{,}0249 \cdot 190 = 1622{,}11$ кДж/с = 5839596 кДж/ч,

где $G_в$ – количество поступающего воздуха, кг/с;

$c_{в2}$ – удельная теплоёмкость воздуха, выходящего из выпарного аппарата, кДж/кг·К;

$t_{в2}$ – температура воздуха, выходящего из выпарного аппарата, ºС.

Расход тепла с упаренным 99,7%-м плавом аммиачной селитры:

$G_к \cdot c_к \cdot t_{кип} = 15{,}915 \cdot 1{,}8 \cdot 189{,}4 = 5425{,}7$ кДж/с = 19532520 кДж/ч,

где $c_к$ – удельная теплоёмкость упаренного раствора, кДж/кг·К;

$t_{кип}$ – температура кипения раствора аммиачной селитры, ºС;

$Q_{пот}$ – потери теплоты в окружающую среду, принимаем 5%.

4. Расход греющего пара

$G_{г.п.} = 2{,}035 \cdot 2677 + 15{,}915 \cdot 1{,}8 \cdot 189{,}4 + 8{,}33 \cdot 1{,}0249 \cdot 190 - 17{,}95 \cdot 1{,}93 \times$ $\times 145{,}3 - 8{,}33 \cdot 1{,}023 \cdot 180 / 0{,}95 \cdot 1956 = 3{,}19$ кг/с = 11484 кг/ч.

5. Количество тепла, приходящее с греющим паром

$G_{г.п.} \cdot r_{г.п.} = 11484 \cdot 1956 = 23174688$ кДж/ч.

Таблица 7

Тепловой баланс процесса выпаривания

Приход	кДж/ч	Расход	кДж/ч
1. С 88,4%-м раствором аммиачной селитры	18121320	1. С 99,7%-м плавом аммиачной селитры	19532520
2. С греющим паром	23174688	2. С выпаренной водой	19611720
3. С воздухом	5524200	3. С воздухом	5839596
		4. Потери тепла в окружающую среду	1836372
Итого:	46820208	Итого:	46820208

6. РАСЧЁТ ВЫПАРНОЙ УСТАНОВКИ СЛАБОГО РАСТВОРА АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ

Для концентрации слабого раствора рассчитаем материальный и тепловой балансы, проведем тепловой и конструктивный расчеты с использованием вычислительной техники.

Спроектировать однокорпусную выпарную установку для концентрации разбавленных растворов NH_4NO_3 (нитрата аммония).

Таблица 8

Исходные данные

расход раствора аммиачной селитры, кг/с	0,55
начальная концентрация раствора,%	10
конечная концентрация раствора,%	60
Т раствора на входе в аппарат, °С	20
давление пара на входе в аппарат, МПа	0,4
давление в паровом пространстве сепаратора, МПа	0,1

6.1. Материальный баланс

Таблица 9

Материальный баланс

приход	кг/с	%	расход	кг/с	%
раствор ам.селитры	0,55		вторичный пар	0,458333333	
вода	0,495	90	упаренный раствор	0,091666667	
ам.селитра	0,055	10	ам.селитра	0,055	60
			вода	0,036666667	40
всего	0,55	100	всего	0,55	

Для расчёта экономического эффекта необходимо пересчитать количество раствора на 100% концентрацию, так как расходные коэффициенты даны на 1т готового продукта.

На следующих стадиях переработки из раствора выпарится воды:

$W = 0{,}09\cdot(1 - 60/100) = 0{,}03$ кг/с.

Количество раствора в готовом продукте:

$G_K = 0{,}09 - 0{,}03 = 0{,}06$ кг/с = 216 кг/час;

0,216 / 160 = 0,00135 = 0,135% общей производительности цеха.

Т.е. в каждой тонне готового продукта будет содержаться 1,35 кг аммиачной селитры из возвратного сырья и при условии сохранения мощности производства снизятся расходные коэффициенты по аммиаку и азотной кислоте на 0,135%.

6.2. Тепловой расчет

Для определения удельной теплоёмкости 10% раствора аммиачной селитры проведём регрессионный анализ.

Таблица 10

Зависимость удельной теплоёмкости 10% раствора от температуры

T °C	Cp
25	3062
50	3081
75	3083
100	3102

Таблица 11

Результаты анализа

Регрессионная статистика	
Множественный R	0,963291324
R-квадрат	0,927930175
Нормированный R-квад	0,891895262
Стандартная ошибка	5,375872022
Наблюдения	4

Дисперсионный анализ

	df	*SS*	*MS*	*F*	*ачимость F*
Регрессия	1	744	744,2	25,75086505	0,036709
Остаток	2	58	28,9		
Итого	3	802			

	Коэффициенты	*тная*	*t-статистика*	*P-Значение*	*ижние 95%*	*ерхние 95%*
Y-пересечение	3051,5	6,6	463,4670071	4,65542E-06	3023,171	3079,829
Переменная X 1	0,488	0,1	5,074531018	0,036708676	0,074229	0,901771

Таблица 12

Исходные данные к тепловому балансу

Т вторичного пара при Р=1 Кпа	98,41666
гидравлическая депрессия=1	1
Т вторичного пара в аппарате	99,41666
этой Тсоответствует теплота парообразования, кДж/кг	2271,3586
этой Тсоответствует давление Р, КПа	1,0487
энтальпия вторичного пара, кДж/кг	2676,564
удельная теплота парообразования H_2O при Р=0,4МПа	2147,6
удельная теплоёмкость 10%-го ра-ра NH_4NO_3, кДж/кг*К	3061,26
удельная теплоёмкость 60%-го ра-ра NH_4NO_3, кДж/кг*К	2966,414
Т кипения раствора в аппарате, °С	119,41666
энтальпия греющего пара, кДж/кг	2541,2
энтальпия конденсата, кДж/кг	623,52

расход греющего пара, кг/с	0,570663332

Таблица 13

Тепловой баланс

приход	Дж/с	%	расход	Дж/с	%
с греющим паром	1450169,659		с упаренным р-ром	32471,93144	
с раствором	33673,86		с вторичным паром	1041039,358	
			с конденсатом	355820,0007	
всего	1483843,519		всего	1429331,29	

потери, %	3,673718133

Таблица 14

Зависимость расхода греющего пара от количества раствора

расход раствора, кг/с	расход греющего пара, кг/с
0,4	0,415
0,45	0,4669
0,5	0,5188
0,55	0,5707
0,6	0,6225
0,65	0,6744
0,7	0,7263

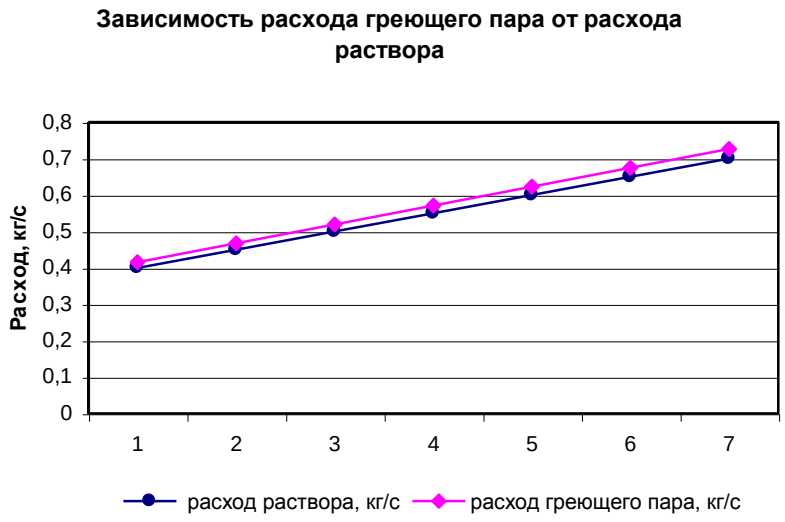


Рис. 3

Вывод: расход греющего пара практически совпадает с количеством подаваемого на выпаривание раствора.

1. Определение ориентировочной площади теплопередачи

$F_{ор} = Q/q$.

При кипении водных растворов солей удельная тепловая нагрузка для аппаратов с естественной циркуляцией q = 10000 - 20000 Вт/м^2.

Примем 15000 Вт/м^2.

Тогда $F_{ор} = 0{,}458 \cdot 2271 \cdot 10^3/15000 = 69{,}3$ м^2.

По ГОСТ 11987-81 для предварительного расчёта принимаем выпарной аппарат со следующими характеристиками:

поверхность теплообмена - 80 м^2, длина труб - 4м, диаметр труб - 25×2, шаг между трубами - 32, материал труб - титан ВТ1-0.

Оптимальный уровень раствора в трубах:

$H_{опт} = H \cdot (0{,}26+0{,}0014 \cdot (\rho_р-\rho_в)) = (0{,}26 + 0{,}0014 \cdot (1273 – 943)) \cdot 4 = 2{,}55$ м,

где $\rho_р = 1273$ кг/м^3, $\rho_в = 943$ кг/м^3 - плотности раствора (при конечной концентрации в аппарате) и воды при температуре кипения (температура вторичного пара) 99,4 °С.

Давление в среднем слое кипящего раствора:

$$p_{ср} = p_{вп} + \frac{\rho \cdot g \cdot H(1-\varepsilon)}{2} = 103300 + \frac{1273 \cdot 9{,}81 \cdot 4 \cdot 0{,}5}{2} = 118200 Па = 0{,}1182 МПа$$

где $p_{вп}$ - давление вторичного пара, Па;

ρ - плотность кипящего раствора, кг/м^3;

H - высота кипятильных труб, м.

Этому давлению соответствует температура кипения воды $t_{ср}$ = 105°С и температура парообразования $r_{ср}$ = 2247 кДж/кг.

2. Полезная разность температур

$t_{пол} = t_{гп} - t_{кип}$ = 138,3 – 119,4 =18,9 °С.

3. Тепловая нагрузка греющей камеры

$Q = G_{г.п.} \cdot r_{г.п.} = 0{,}57 \cdot 2271 \cdot 10^3 = 1192{,}6 \cdot 10^3$ Вт.

4. Расчёт коэффициента теплопередачи

Число труб греющей камеры:

$n = F/(\pi \cdot d \cdot L) = 80 / (3{,}14 \cdot 0{,}025 \cdot 5) = 254$ шт.

Плотность стекания конденсата по наружной поверхности труб:

$\Gamma = G_{г.п.}/П = 0{,}57/(254 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}025) = 0{,}0276$ кг/м·с,

где П - смоченный периметр.

Критерий Рейнольдса для плёнки конденсата:

$Re_{пл} = 4 \cdot \Gamma/\mu = 4 \cdot 0{,}0276/0{,}2 \cdot 10^{-3} = 478$,

где μ - динамический коэффициент вязкости воды при температуре конденсации Т = 138,3°С, Па·с.

Приведённая толщина плёнки:

$$\delta_{пр} = \left(\frac{\mu^2}{\rho^2 \cdot p}\right)^{0{,}33} = \left(\frac{0{,}0002^2}{928^2 \cdot 9{,}81}\right)^{0{,}33} = 0{,}0000187 = 0{,}187 \cdot 10^{-4} м,$$

где ρ - плотность воды при температуре конденсации t = 138,3°С, кг/м^3.

Так как $Re_{пл} > 400$, то значение $Nu_{пл}$ определяем по формуле:

$$Nu_{пл} = \frac{Re_{пл}}{\frac{6{,}25 \cdot (Re_{пл} - 400)}{Pr^{0{,}33}} + 1580} \cdot 0{,}6 = \frac{478}{\frac{6{,}25 \cdot (478 - 400)}{1{,}25^{0{,}33}} + 1580} \cdot 0{,}6 = 0{,}141$$

где Pr = 1,25 - критерий Прандтля для воды при температуре 138,3 °С;

0,6 - поправочный коэффициент, учитывающий погрешность на поперечные перегородки.

Коэффициент теплопередачи α_1 от конденсирующегося водяного пара к стенкам труб:

$$\alpha_1 = \frac{Nu_{пл} \cdot \lambda}{\delta_{пр}} = \frac{0{,}141 \cdot 0{,}685}{0{,}187 \cdot 10^{-4}} = 5156 Вт/м^2 \cdot К,$$

где λ - коэффициент теплопроводности воды при T=138,3 °C, Вт/м·К.

Коэффициент теплопередачи α_2 от стенки к кипящему раствору (в среднем слое раствора):

$$\alpha_2 = \frac{780 \cdot \lambda^{1,3} \cdot \rho^{0,5} \cdot \rho_п^{0,06}}{\sigma^{0,5} \cdot r^{0,6} \cdot \rho_п^{0,66} \cdot c^{0,3} \cdot \mu^{0,3}} \cdot q^{0,6} = B \cdot q^{0,6};$$

Константы раствора при температуре кипения 119,4 °C:

ρ = 1252 кг/м^3;

μ = 0,84·10^{-3} Па·с;

λ = 0,5 Вт/м·К;

c = 2642 Дж/кг·К;

σ = 67,8·10^{-3} Н/м.

Свойства водяного пара при p = 0,1182 МПа:

r = 2247 кДж/кг;

$\rho_п$ = 0,66 кг/м^3;

ρ_1 = 2,12 кг/м^3 - плотность водяного пара при давлении 0,4 МПа;

$$\alpha_2 = 780 \cdot \frac{0{,}5^{1,3} \cdot 1252^{0,5} \cdot 0{,}66^{0,06} \cdot q^{0.6}}{0{,}066^{0,5} \cdot 2247000^{0,6} \cdot 2{,}12^{0,66} \cdot 2642^{0,3} \cdot 0{,}00084^{0,3}} = 7{,}064 \cdot q^{0,6}$$

Коэффициент теплопередачи:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\sigma_{ст}}{\lambda_{ст}} + \sum r_3 + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{1}{\frac{1}{5156} + \frac{0{,}002}{16{,}4} + \frac{1}{5000} + \frac{1}{5800} + \frac{1}{7{,}064 \cdot q^{0,6}}} = \frac{1}{0{,}6883 \cdot 10^{-3} + 0{,}1416 \cdot q^{0,6}} Вт/м^2 \cdot К$$

где $\sigma_{ст}$ - толщина стенки трубы, м;

$\lambda_{ст}$ - коэффициент теплопроводности стенки трубы, Вт/м·К;

$\sum r_з$ - тепловая проводимость загрязнений со стороны раствора и пара, Вт/м^2·К.

Удельная тепловая нагрузка:

$q = \Delta t_{пол} \cdot K = \Delta t_{пол} / 0{,}6883 \cdot 10^{-3} + 0{,}1416 \cdot q^{0{,}6}$;

$\Delta t_{пол} = 0{,}6883 \cdot 10^{-3} \cdot q + 0{,}1416 \cdot q^{0{,}4}$.

Рассчитаем удельную тепловую нагрузку методом последовательных приближений: задаёмся различными значениями q, проводим расчёт $\Delta t_{пол}$ и по полученным результатам строим график. Воспользуемся для этого электронными таблицами Microsoft Excel.

Таблица 15

Зависимость удельной тепловой нагрузки от полезной разности температур

q, Вт/м^2	$\Delta t_{пол}$
10000	12,5202
12000	14,32327
14000	16,08553
16000	17,81597
18000	19,52076
20000	21,20433
17268,61	18,89999

Рис. 4

При помощи функции "Подбор параметра" в меню "Сервис" определяем, что предварительно вычисленному значению полезной разности температур 18,9 °С соответствует удельная тепловая нагрузка q = 17268 Вт/м^2.

Коэффициент теплопередачи:

$K = 17{,}268 \cdot 10^3 / 18{,}9 = 931$ Вт/м^2·К.

Необходимая площадь поверхности теплообмена:

$F = 1192600 / 931 \cdot 18{,}9 = 67{,}8$ м^2.

Так как рассчитанная площадь поверхности теплообмена отличается от ориентировочно определённой ранее величины $F_{ор}$ = 69,3 м^2, выполним повторный расчёт по определению коэффициента теплопередачи К, исходя из рассчитанной площади поверхности теплообмена.

В результате повторного расчёта получим:

$K = 1/(0{,}6961 \cdot 10^{-3} + 0{,}1416 \cdot q^{0,6})$ Вт/м^2·К.

Полезная разность температур:

$\Delta t_{пол} = 0{,}6961 \cdot 10^{-3} \cdot q + 0{,}1416 \cdot q^{0,4}$.

Таблица 16

Зависимость удельной тепловой нагрузки от полезной разности температур

q, Вт/м^2	$\Delta t_{пол}$
10000	12,5982
12000	14,41687
14000	16,19473
16000	17,94077
18000	19,66116
20000	21,36033
17111,81	18,9

Подбором параметра определяем, что значению полезной разности температур 18,9°С соответствует удельная тепловая нагрузка q = 17112 Вт/м^2.

Коэффициент теплопередачи:

$K = 17{,}112 \cdot 10^3 / 18{,}9 = 912$ Вт/м^2·К.

Необходимая площадь поверхности теплообмена:

$F = 1192600 / 912 \cdot 18{,}9 = 69{,}2$ м^2.

Так как рассчитанная площадь поверхности теплообмена незначительно отличается от ориентировочно определённой ранее величины $F_{ор}$ = 69,3 м^2, тепловой расчёт считаем законченным.

По ГОСТ 11987-81 выбираем номинальную площадь поверхности теплообмена F = 80 м^2.

6.3. Конструктивный расчёт

1. Число труб греющей камеры

n = F/(π·d·L) = 80 / (3,14·0,025·5) = 254 шт.

2. Внутренний диаметр обечайки греющей камеры

Внутренний диаметр греющей камеры при размещении труб по вершинам равносторонних треугольников:

$$D_к = \sqrt{\frac{1{,}27 \cdot \sin\alpha \cdot t^2 \cdot n}{\psi}} = \sqrt{\frac{1{,}27 \cdot \sin 60° \cdot 0{,}032^2 \cdot 254}{0{,}8}} = 0{,}57 м$$

где α - угол вершин треугольников, °;

t - шаг разбивки трубной решётки, м;

ψ - коэффициент использования трубной решётки;

n - количество трубок.

Принимаем $D_к$ = 0,6 м.

3. Внутренний диаметр циркуляционной трубы

$$D_ц = \sqrt{0{,}45 \cdot n \cdot d_{вн}^2} = \sqrt{0{,}45 \cdot 254 \cdot 0{,}021^2} = 0{,}35 \text{ м.}$$

где n - число труб греющей камеры;

$d_{вн}$ - внутренний диаметр кипятильных труб, м.

4. Диаметр обечайки сепаратора

Допустимое напряжение парового пространства

$W' = f_1 \cdot f_2 \cdot W_{атм}$ = 1·1·1000 = 1000 кг/м^2·ч,

где f_1 - коэффициент, учитывающий давление в аппарате;

f_2 - коэффициент, зависящий от уровня раствора над точкой ввода парожидкостной смеси в паровое пространство;

$W_{атм}$ - допускаемое напряжение парового пространства при p = 0,1 МПа для растворов солей, кг/м^2·ч.

Объем сепаратора:

$V_c = W/W' = 0{,}46 \cdot 3600 / 1000 = 1{,}66$ м^3,

где W - количество пара, поступающего в сепаратор, кг/ч.

Диаметр обечайки сепаратора:

$$D_c = \sqrt{\frac{W \cdot v_n}{\omega \cdot 0{,}785}} = \sqrt{\frac{0{,}46 \cdot 1{,}457}{0{,}8 \cdot 0{,}785}} = 1{,}03 \text{ м},$$

где v_n - удельный объем пара при p = 0,1 МПа, м^3/кг;

ω - допускаемая скорость пара в сепараторе, м/с.

Принимаем $D_c = 1$ м.

5. Скорость витания капли

Уточнённая скорость пара в сепараторе:

$$w_n = \sqrt{\frac{W \cdot v_n}{0{,}785 \cdot D_c}} = \sqrt{\frac{0{,}46 \cdot 1{,}457}{0{,}785 \cdot 1}} = 1{,}85 \text{ м/с}.$$

Критерий Рейнольдса:

$$\mathrm{Re} = \frac{w_n \cdot d_к \cdot \rho_n}{\mu_n} = \frac{1{,}85 \cdot 0{,}0006 \cdot 0{,}579}{0{,}000014} = 45{,}9,$$

где $d_к$ - диаметр капли, м;

ρ_n - плотность пара при p = 0,1 МПа, кг/м^3;

μ_n - вязкость пара p = 0,1 МПа, Па·с.

Т.к. Re < 500, коэффициент сопротивления ξ рассчитаем по формуле:

$$\xi = \frac{18{,}5}{\mathrm{Re}^{0{,}6}} = \frac{18{,}5}{46^{0{,}6}} = 1{,}86$$

$$w_{вит} = \sqrt{\frac{4 \cdot (\rho_ж - \rho_n) \cdot d_к}{3 \cdot \xi \cdot \rho_n}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (1213 - 0{,}579) \cdot 0{,}0006}{3 \cdot 1{,}86 \cdot 0{,}579}} = 2{,}97 \text{ м/с}.$$

Так как скорость движения пара в паровом пространстве меньше скорости витания капли, не будет происходить уноса жидкости.

6. Высота парового пространства

$$H_c = \sqrt{\frac{V_c}{0{,}785 \cdot D_c^{\ 2}}} = \sqrt{\frac{1{,}66}{0{,}785 \cdot 1^2}} = 1{,}4 \text{ м}.$$

Рассчитанные размеры выпарного аппарата соответствуют требованиям ГОСТ 11987-81.

7. Диаметр входной трубы $D_{вх}$ по которой парожидкостная смесь поступает из греющей камеры в сепаратор

$D_{вх} = D_c / 4 = 0,25$ м.

8. Диаметры штуцеров

$$d = \sqrt{\frac{V}{0,785 \cdot w}}, \text{ м}$$

где $V = G / 3600 \cdot \rho$ - объемный расход, $м^3/с$;

G - массовый расход, кг/ч;

w - средняя скорость потока, м/с

ρ - плотность потока, $кг/м^3$

Принимаем для расчета: скорости движения греющего пара $w_{гп} = 25$ м/с, конденсата $W_{конд} = 0,3$ м/с; вторичного пара $w_{вп}=15$ м/с; поступающего раствора $w_1 = 0,3$ м/с; упаренного раствора $w_2 = 0,05$ м/с.

Из справочных данных находим плотности:

греющего пара при p = 0,4 МПа $\rho_{гп} = 2,12 кг/м^3$

вторичного пара при p = 0,12 МПа $\rho_{вп} = 0,579 кг/м^3$

поступающего 10% раствора при t = 50 °C $\rho_1 = 1022 кг/м^3$

упаренного 60% раствора при t = 119 °C $\rho_2 = 1213 кг/м^3$

конденсата при t =137,9°C $\rho_к = 923 кг/м^3$

Штуцер для ввода раствора аммиачной селитры (G = 2000 кг/ч):

$V = 2000 / 3600 \cdot 1022 = 0,00054$ $м^3/с$;

$$d = \sqrt{\frac{V}{0,785 \cdot \omega_1}} = \sqrt{\frac{0,00054}{0,785 \cdot 0,3}} = 0,05 м.$$

Принимаем для ввода раствора штуцер $d_у = 50$ мм.

Штуцер для выхода раствора аммиачной селитры (G = 324 кг/ч):

$V = 324 / 3600 \cdot 1213 = 0,000074$ $м^3/с$;

$$d = \sqrt{\frac{0,000074}{0,785 \cdot 0,05}} = 0,04 \text{ м.}$$

Принимаем штуцер для выхода раствора $d_у = 50$ мм.

Штуцер для входа греющего пара (G = 2052 кг/ч):

V = 2052 / 3600 · 2,12 = 0,27 м^3/с;

$$d = \sqrt{\frac{0,27}{0,785 \cdot 25}} = 0,12м.$$

Принимаем штуцер для входа греющего пара $d_у$ = 150 мм.

Штуцер для выхода конденсата (G = 2052 кг/ч):

V = 2052 / 3600·923 = 0,0006 м^3/с;

$$d = \sqrt{\frac{0,0006}{0,785 \cdot 0,3}} = 0,05м.$$

Принимаем для выхода конденсата штуцер $d_у$ = 50 мм.

Штуцер для выхода вторичного пара из сепаратора (G = 1656 кг/ч):

$V_п = G_п \cdot v_п$ / 3600 = 1656·1,457/3600 = 0,67 м^3/с,

где $v_п$ - удельный объем пара, м^3/кг;

$$d = \sqrt{\frac{0,67}{0,785 \cdot 15}} = 0,24м.$$

Принимаем диаметр для выхода вторичного пара $d_у$ = 300 мм.

6.4. Определение толщины тепловой изоляции

Коэффициент теплоотдачи:

$$\alpha = 9,3 + 0,058 \cdot t_{нар} = 9,3 + 0,058 \cdot 40 = 11,6 Вт / м^2 \cdot К.$$

По правилам техники безопасности температура наружной поверхности не должна превышать 40°С. Проектируемый выпарной аппарат размещается на открытой этажерке, температура воздуха ±25°С. Выберем в качестве материала для тепловой изоляции совелит с коэффициентом теплопроводности $\lambda = 0,09 Вт / м^2 \cdot К$.

Толщина тепловой изоляции:

$$\delta_{из} = Q_{пот} / \lambda_{из} \cdot F \cdot (t_{вн} - t_{нар}) = 0,09 \cdot (137,9 - 40) / 11,6 \cdot (40 - 25) = 0,012м$$

Минимальный слой теплоизоляциии 12 мм.

7. ВЫБОР ОСНОВНОГО И ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

7.1. Аппарат ИТН

Аппарат предназначен для получения раствора аммиачной селитры путём нейтрализации 58–60%-й азотной кислоты газообразным аммиаком с использованием тепла реакции для частичного выпаривания воды из раствора под атмосферным давлением.

Вертикальный цилиндрический аппарат, общая высота 11160 мм, состоит из двух частей: реакционной – диаметром 1600 мм и сепарационной – диаметром 3800 мм; выполнен из нержавеющей стали марок 03Х18Н11, 12Х18Н10Т, титана ВТ 1-0.

Реакционный стакан диаметром 1200 мм и высотой 5300 мм обеспечивает время пребывания реагентов в реакционной зоне 0,5 – 1 с. В нижней части реакционный стакан имеет отверстия общей площадью 1,5 м^2. Выше отверстий размещён кольцевой барботёр газообразного аммиака, имеющий 6650 отверстий диаметром 3 мм. Аммиачный барботёр выполнен в виде шести фонарей, верхняя коническая часть которых перфорирована. Такая конструкция позволяет свободно заменять барботеры; кроме того, улучшается распределение аммиака, уменьшается загрязненность сокового пара примесями селитры и кислоты. Скорость аммиака в отверстиях барботера 30 – 50 м/с. Выше барботера газообразного аммиака расположен кольцевой барботёр азотной кислоты (расстояние между барботёрами-600 мм) с равномерно расположенными отверстиями в нижней части кольца. Диаметр отверстий 1,5 мм, общее их число 2150, что обеспечивает скорость истечения кислоты из отверстий 2–3 м/с. Барботеры газообразного аммиака и азотной кислоты выполнены из титана.

Верхняя часть реакционного стакана заканчивается диффузором, обеспечивающим постепенное нарастание скорости на выходе из стакана, тем самым предотвращая возникновение гидроударов больших масс парожидкостной смеси, вывод которой производится через завихритель с высотой щели 70 мм, погруженный на 200 мм в раствор.

Верхняя часть аппарата диаметром 3600 мм представляет собой промыватель с колпачковыми тарелками (ОСТ 26-01-309-71), имеющими 180 колпачков диаметром 150 мм со свободным сечением 1,37 м^2. Диаметр аппарата 3600 мм обеспечивает скорость пара по сечению аппарата не выше 0,7 м/с при максимально допустимых нагрузках на аппарат.

Конструкция промывной части предусматривает создание двух контуров орошения: верхние две тарелки орошаются конденсатом сокового пара с выводом его из аппарата и обеспечивают отмывку сокового пара от селитры и азотной кислоты; на нижних двух тарелках, на которые подают кислый 20 - 25%-й раствор аммиачной селитры, улавливается газообразный аммиак из реакционной части, а также происходит некоторое упаривание раствора перед его сливом в реакционную часть аппарата. В первых аппаратах ИТН были установлены ситчатые тарелки, затем они были заменены колпачковыми, обеспечивающими лучшую очистку сокового пара в большом диапазоне нагрузок.

На выходе из сепарационной части соковый пар проходит через сетчатый отбойник диаметром 2200 мм со свободным сечением 97%. Давление в аппарате – 0,12 МПа, температура в реакционной части – до 180°С.

Производительность аппарата – до 40 т/ч по готовому продукту. Для обеспечения производительности агрегата устанавливаются 2 аппарата.

7.2. Подогреватель азотной кислоты

Аппарат предназначен для подогрева 58 – 60%-й азотной кислоты до температуры 70 – 90°С за счет тепла сокового пара из аппаратов ИТН.

Каждый аппарат ИТН снабжен таким подогревателем, который представляет собой вертикальный кожухотрубчатый четырехходовой теплообменник с поверхностью нагрева 125 м^2 с трубчаткой из титана.

В теплообменнике установлена 261 трубка размером 25×2×5000 мм, поверхность теплообмена - 94 м^2. Материал трубок, трубной решетки и крышек - титан ВТ 1- 0, корпуса - нержавеющая сталь.

7.3. Подогреватель газообразного аммиака

Аппарат предназначен для нагрева газообразного аммиака до 120 - 180°С и представляет собой вертикальный одноходовой кожухотрубный теплообменник типовой конструкции 800ТКВ1-16-М1 по ГОСТ 15122-79 диаметром 800 мм и высотой 6575 мм с поверхностью теплообмена 226 м^2; снабжен 478 трубками размером 25×2×6000 мм; выполнен из углеродистой стали.

Газообразный аммиак поступает в трубное пространство, рассчитанное на давление 1,28 МПа, температуру нагрева 180°С; в межтрубное пространство подают горячий паровой конденсат под давлением 1,3-1,4 МПа с начальной температурой до 197°С. В агрегатах устанавливают один подогреватель.

7.4. Донейтрализатор

Аппарат предназначен для донейтрализацпи газообразным аммиаком избыточной кислотности раствора аммиачной селитры, непрерывно поступающего из аппарата ИТН.

Аппарат вертикальный, цилиндрической формы, диаметром 800 мм и высотой 7210 мм (ёмкость - 3,6 м^3), выполнен из нержавеющей стали марок О3Х18Н11, 12Х18Н10Т, раствор вводят в нижнюю часть аппарата.

По центральной трубе вниз подают газообразный аммиак; нейтрализация избыточной кислотности происходит в реакционной вставке, в нижнюю часть которой подают раствор $Mg(NO_3)_2$. Внутри корпуса имеется сливная труба для вывода раствора из аппарата и поддержания уровня. Для лучшего перемешивания раствора с добавками имеются горизонтальные перегородки и кольцевой барботёр газообразного аммиака.

При нейтрализации за счет выделяющегося тепла образуется соковый пар. Парожидкостная эмульсия через верхние отверстия из реакционной вставки выходит в сепарационную часть; соковый пар отводится через воздушник; нейтрализованный раствор переливается через выводной штуцер, расположенный на уровне 5200 мм от днища аппарата. Один нейтрализатор обеспечивает нейтрализацию более 60 м^3/ч 88 - 92%-го раствора.

7.5. Выпарной аппарат плёночного типа

Аппарат предназначен для выпарки разбавленных растворов аммиачной селитры под атмосферным давлением.

Вертикальный аппарат цилиндрической формы, состоящий из двух частей. Высота 13930 мм. Верхняя часть аппарата представляет собой вертикальный кожухотрубчатый теплообменник с падающей пленкой. Диаметр верхней части аппарата - 2800 мм, высота - 6400 мм. Поверхность теплообмена 710 м^2, трубки 56×3×6000 мм, количество трубок-721 шт.

Нижняя часть аппарата – колонка с тремя ситчатыми тарелками провального типа. Тарелки снабжены обогревающими змеевиками. Высота нижней части аппарата - 5580 мм, диаметр - 2800 мм. Общая поверхность теплообмена змеевиков 72 м^2. Под тарелками расположен кольцевой коллектор для подачи воздуха в аппарат.

Аппарат изготавливается из нержавеющей стали 12Х18Н10Т, 08Х22Н6Т

Выпариваемый раствор подается на верхний срез вертикально расположенных рабочих труб. В межтрубное пространство аппарата поступает греющий пар давлением l,2 – l,4МПа.

Массообмен – отвод пара из раствора, обеспечивается подачей воздуха снизу внутрь рабочих труб, по стенкам которых стекает навстречу ему упариваемая пленка раствора. Поток воздуха предварительно нагревается до температуры 180°С для того, чтобы при контакте воздуха с плавом не оказывалось охлаждающее воздействие на пленку плава.

7.6. Промыватель паровоздушной смеси

Вертикальный цилиндрический аппарат. Внутри аппарата расположены фильтрующие элементы. Диаметр аппарата 2800 мм, высота 8000 мм, объём 60 м^3. Аппарат изготовлен из нержавеющей стали 08Х22Н6Т.

7.7. Подогреватель воздуха

Аппарат представляет собой горизонтальный кожухотрубчатый одноходовой теплообменник. Воздух, нагнетаемый воздуходувкой, поступает в трубное пространство и нагревается до 185ºС. В межтрубное пространство поступает насыщенный водяной пар давлением 1,2–1,4МПа. Аппарат

диаметром 1400 мм и длиной 5250 мм имеет поверхность теплообмена 515м^2 (трубки 25×2×4000 мм), количество трубок 1639 шт. Аппарат изготовлен из углеродистой стали.

7.8. Нагнетатель воздуха

Для подачи воздуха в выпарной аппарат применяют центробежный нагнетатель типа 400-12-2 производительностью по воздуху 359 м^3/мин при рабочем напоре 19 кПа. Объёмная подача нагнетателя 24000 м^3/ч, потребляемая мощность 250 кВт, частота вращения 2965 мин$^{-1}$. Нагнетатель комплектуется электродвигателем А-103-2 мощностью 250 кВт и маслонасосом для подачи масла к подшипникам. Ротор консольного типа имеет рабочее колесо со штампованными лопатками из стали 13Н–5А. Маслосмазка принудительная, охлаждение масла водяное. Средний ресурс работы нагнетателя – 120000 ч. Габариты фундамента нагнетателя – 3000×4500 мм.

7.9. Насосы для перекачивания плава

Специальный насос разработан ВНИИгидромашем; предназначен для перекачивания 99 – 99,9%-го плава при температуре 185°С.

Основные параметры насоса: производительность 60 м^3/ч; напор 90 – 100 м столба жидкости (1,28 МПа); глубина погружения всасывающего патрубка 1580 мм; частота вращения 2900 мин$^{-1}$; потребляемая мощность 52 кВт.

Насос ХИО 45/90 д-К-Щ – центробежный, вертикальный, погружной, с центральной подвеской и боковой напорной трубой, с непосредственным приводом от электродвигателя через упругую муфту. Проточная часть насоса выполнена из стали 12Х18Н10ТЛ. Насос устанавливают на крышке бака диаметром 1600 мм с наружным обогревом.

В рабочем состоянии корпус насоса с рабочим колесом погружен в плав. Выход вала из корпуса насоса не уплотняется, разгрузка рабочего колеса – при помощи импеллера. Для предотвращения нарастания кристаллов селитры в щелевом зазоре (в месте выхода вала насоса из крышки бака), на валу устанавливают крыльчатку, которая при вращении вала нагнетает воздух в щель, препятствуя выходу паров селитры.

7.10. Выпарная установка для концентрации слабых растворов

Аппарат предназначен для концентрации 10 % растворов амселитры до 60 %. Установка состоит из вертикального кожухотрубного одноходового испарителя и сепаратора. Упаривание идет за счет тепла конденсации насыщенного пара давлением 0,8 МПа. В испарителе установлена 261 трубка размером 25×2×5000 мм; поверхность теплообмена 80 м^2. Материал трубок, трубной решетки и крышек - титан ВТ-1-0, корпуса - нержавеющая сталь. Сепаратор - вертикальный цилиндрический аппарат для отделения сокового пара от концентрированнного раствора. Диаметр аппарата 1000 мм, высота 1400 мм, вместимость 1,66 м^3. На выходе из сепарационной части соковый пар проходит через отбойник. Давление в аппарате - 0,12 МПа. Аппарат изготовлен из нержавеющей стали марки 08Х22Н6Т.

8. КИП И А. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ

8.1. Введение

Автоматизация - одна из ведущих отраслей науки и техники, которая развивается в настоящее время особенно динамично. Она проникает во все сферы человеческой деятельности.

Автоматизация приводит к улучшению основных показателей эффективности производства: увеличению количества, улучшению качества и снижению себестоимости выпускаемой продукции, повышению производительности труда. Внедрение автоматических устройств обеспечивает высокое качество продукции, сокращению брака и отходов, снижению затрат сырья и энергии, уменьшению численности основных рабочих, удлинению сроков межремонтного пробега оборудования.

В химической промышленности уделяется большое внимание комплексной автоматизации. Это объясняется сложностью и высокой скоростью протекания технологических процессов, а также чувствительностью их к нарушению режима, вредностью условий работы, взрыво- и пожароопасностью перерабатываемых веществ. Комплексная автоматизация процессов химической технологии предполагает не только автоматическое обеспечение нормального хода этих процессов с использованием различных автоматических устройств (контроля, регулирования, сигнализации и т.д.), но и автоматическое управление пуском и остановкой аппаратов для ремонтных работ и в критических ситуациях.

8.2. Выбор системы регулирования

При выборе системы контроля и регулирования процессом руководствуются в первую очередь безопасностью средств автоматизации. Так как процессы нейтрализации, выпарки и очистки ПВС относятся к взрывоопасным (возможен выброс аммиака и образование взрывоопасной смеси), то в проекте применяются средства автоматизации электрической ветви ГСП взрывозащищенного исполнения и системы регулирования, сигнализации

и противоаварийной защиты, построенные на базе микропроцессорных контроллеров «Ремиконт».

Приборы электрической ветви ГСП обеспечивают наибольшие удобства при передаче и обработке информации, особенно в случаях больших объемов информации, имеют высокую степень унификации приборов и обеспечивает связь с микропроцессорными контроллерами.

Электрические измерительные преобразователи предназначены для непрерывного преобразования технологических величин в унифицированные электрические сигналы. Преобразователи состоят из чувствительного элемента и электронного усилителя. В системе автоматизации цеха используются измерительные преобразователи «Сапфир-22Ех-ДИ» («Сапфир-22Ех-ДД»), обладающие высокой точностью, стабильностью работы, малой инерционностью. Датчики изготовляют в виде многопредельных приборов с возможностью регулировки диапазона измерения.

Преобразователи «Сапфир-22Ех» работают в комплекте с блоками преобразования сигналов БПС-24. БПС-24 устанавливается вне взрывоопасных зон и обеспечивает взрывобезопасность датчика «Сапфир-22Ех» (вид защиты «искробезопасная цепь»). Это позволяет устанавливать измерительные преобразователи во взрывоопасных зонах.

Принцип действия приборов основан на использовании тензорезисторного эффекта в пленке кремния, нанесенной на поверхность монокристаллической пластинки из сапфира (структура «кремний на сапфире»). Пластинка, в свою очередь, плотно связана с металлической мембраной, на которую воздействует измеряемое давление (разность давлений). Деформация чувствительного элемента, пропорциональная величине измеряемого параметра, вызывает изменение сопротивлений кремниевых тензорезисторов, которое в электронном устройстве преобразуется в унифицированный выходной сигнал постоянного тока. От измеряемой среды чувствительный элемент защищен гофрированными металлическими

мембранами, изготовленными из коррозионностойких материалов. Выходной сигнал преобразователя 4-20 мА. Основная погрешность ±0,5%.

В автоматизированной системе управления технологическим процессом используются микропроцессорные контроллеры. Контроллеры принимают и преобразовывают в цифровой код поступающую от датчиков информацию о технологических параметрах, вырабатывают управляющие (командные) воздействия на исполнительные устройства и осуществляют обмен информацией с верхним уровнем системы автоматизации - операторской станцией.

В данном дипломном проекте используются микропроцессорный контроллер - Р-130.

1. Ремиконт Р-130

Регулирующий микропроцессорный контроллер - ремиконт - это новый класс устройств управления, выполненных на микропроцессорной элементной базе и специализированных для решения задач автоматического регулирования. Ремиконт Р-130 позволяет вести локальное, каскадное, супервизорное, программное, многосвязное, экстремальное регулирование, а также управление с переменной структурой. Он выполняет разнообразные статические и динамические преобразования аналоговых сигналов, а также обрабатывает и формирует дискретные сигналы, выполняя основные операции управляющей логики.

Ремиконт может работать как на нижнем уровне распределенной АСУТП, связываясь со средствами верхнего уровня через канал цифровой последовательной связи, так и в качестве автономного изделия. В комплекте с ремиконтом используются датчики и исполнительные механизмы, которые подключаются к ремиконту с помощью индивидуальных кабельных связей.

Сигналы, поступающие в ремиконт, обрабатываются в цифровой форме. Программировать и работать с ремиконтом может эксплутационный персонал, связанный с обслуживанием традиционной аналоговой аппаратуры и не знакомый с методами математического программирования.

Ремиконт программируется на решение требуемой задачи непосредственно на объекте с помощью специализированной клавишной панели. Наладчик назначает алгоритмы управления, конфигурацию управляющего контура, параметры статической и динамической настройки, а также устанавливает сигналы задания и режимы управления.

Модель Р-130 – дублированный ремиконт, рассчитанный на большое (до 200) число входных - выходных сигналов, конструктивно выполнен в двух каркасах. Используется в системах большого масштаба.

В проекте ремиконт Р-130 используется для построения схем автоматического регулирования и предупредительной сигнализации.

2. Резервирование контроллеров Р-130

Для повышения "живучести" систем автоматического регулирования в проекте применена дублированная модель ремиконта. Она состоит из двух идентичных, параллельно работающих комплектов - рабочего и резервного.

Входные сигналы от датчиков последовательно соединены с входами рабочего и резервного комплектов. Выходные сигналы соединены с исполнительными устройствами через блоки переключения резерва БПР-5 таким образом, что с исполнительными устройствами связан тот комплект ремиконта, который на данный момент является рабочим.

Резервный ремиконт постоянно переписывает в свою память из памяти основного ремиконта текущие значения параметров алгоблоков, необходимые для оперативного управления, что позволяет безударно переходить с основного ремиконта на резервный.

При возникновении сигнала «ОТКАЗ» осуществляется переключение выходных цепей ремиконта с рабочего на резервный комплект, а также изменяется направление передачи информации между ремиконтами (от резервного - к основному). При устранении причины отказа происходит обратное переключение.

3. Многоканальный преобразователь Щ-711/1И

В проекте также используется многоканальный измерительный преобразователь Щ-711/1И. Преобразователь рассчитан на 60 аналоговых входных сигналов. Позволяет вести контроль входных параметров, их преобразование, и сигнализацию их отклонения. Кроме того, информация о результатах преобразования преобразовывается в цифровой код для передачи на операторскую станцию.

Многоканальный измерительный преобразователь Щ-711/1И позволяет подключать 14 видов сигналов, в том числе термопары, термометры сопротивления, сигналы постоянного тока и напряжения. Преобразователь также может производить преобразование любых входных сигналов в выходные сигналы постоянного тока 0..5, 0..20 или 4..20 mA.

4. Операторская станция

Для взаимодействия оператора с объектом управления используется операторская станция. Операторская станция состоит из пульта управления ПОУ-3 и промышленных компьютеров «Advantech 610», объединённых в локальную сеть. В качестве программного обеспечения операторских станций используется система управления базой данных реального времени «Sitex» фирмы «Jade Software» (Великобритания).

Операторская станция обеспечивает обмен информацией с контроллерами, представление информации о процессе в удобной для оператора форме, хранение этой информации и выдачу на печать ежесменных рапортов.

8.3. Выбор параметров и средств автоматизации процесса производства аммиачной селитры

На стадии выпаривания предусмотрены контроль, регулирование и сигнализация следующих параметров:

1. FIR 20, FIR 21 - контроль расхода конденсата сокового пара на 4-ю тарелку аппарата ИТН. Показания по месту и контроль в ЦПУ. Регистрация в памяти операторской станции.

2. FICAR 26, FICAR 26 - контроль расхода раствора амселитры из емкости Е-20 на вторые тарелки $ИТН_{1,2}$, автоматическое регулирование, сигнализация. Регистрация в памяти операторской станции.

3. FICAR 13 - контроль расхода раствора азотной кислоты, сигнализация повышения и понижения температуры в скруббер Х-86, автоматическое регулирование. Показания по месту и контроль на ЦПУ. Регистрация в памяти операторской станции.

4. TICAR 18, TICAHR 23 - контроль, автоматическое регулирование, сигнализация минимальной и максимальной температуры раствора амселитры после 3-й тарелки аппарата $ИТН_{1,2}$. Регистрация в памяти операторской станции.

5. TIAR 26 - контроль температуры раствора в баке Е-8, сигнализация. Регистрация в памяти операторской станции.

6. FIARC 9 - контроль расхода 10% раствора амселитры на выпарную установку, сигнализация, автоматическое регулирование. Регистрация в памяти операторской станции.

7. FIARC 3 - контроль расхода насыщенного пара на выпарную установку, сигнализация, автоматическое регулирование. Регистрация в памяти операторской станции.

8. FIAR 10, FIAR 11 - контроль расхода 60% раствора амселитры на $ИТН_{1,2}$, сигнализация. Регистрация в памяти операторской станции.

9. LIARC 16, LIARC 33 - контроль уровня в емкостях Е-45, Е-20, сигнализация, автоматическое регулирование. Регистрация в памяти операторской станции.

10. LIARC 7 - контроль уровня в сепараторе, сигнализация, автоматическое регулирование. Регистрация в памяти операторской станции.

заказать компетентное выполнение дипломной работы на https://diplom-berezniki.ru

Таблица 17

Спецификация на приборы и средства автоматизации

№ поз.	Контролируемый или регулируемый параметр	Место измерения	Пределы измерения	Наименование, тип, характеристика приборов	Кто контролирует
1	2	3	4	5	6
TIR 1	Температура паро-газовой смеси, °С	Промыватель Х-98	0 – 300°С	ТХК-05 15-710-03 Погрешность 0,16 мВ 0...300°С П-282 Кл.т.0,5;Выходной сигнал 0..5 мА А-542 Кл.т.0,5;Выходной сигнал 0..5 мА	Оператор, аппаратчик
PIR 2	Давление насыщенного пара, МПа	Выпарная установка	0 – 8 МПа	«Сапфир-22Ех-ДИ»Кл.т.0,5;Выходной сигнал 4...20 мА А-542 Кл.т. 0,5; Входной сигнал 0...5 мА	Оператор, аппаратчик
FIRC 3	Расход греющего пара, т/ч	Выпарная установка	0 – 8 т/ч	ДКС-25-200-А-1-А/2-В «Сапфир-22Ех-ДИ» Кл.т.0,5; Выходной.сигнал 4...20 мА А-542 Кл.т. 0,5; Выходной сигнал 0..5 мА ПЭП-2 Кл.т.0,5; Выходной сигнал 4...20 мА 25нж50нж Тип НЗ	Оператор, аппаратчик
QIRC 5	pH 60% раствора амселитры, pH	Выпарная установка	0 – 5 pH	УРП-2И, ЭСП-06/14, Кл. т. 3,0 ДМ-5М-2 А-542 Кл.т. 0,5; Выходной сигнал 0..5 мА ПЭП-2 Кл.т.0,5;Выходной сигнал 4.. 20 мА	Оператор, аппаратчик
LIR 6	Уровень раствора, мм	Хранилище раствора Е-8	0 – 6000 мм	Пьезометрическая трубка «Сапфир-22Ех-ДИ» Кл.т.0,5; Выходной сигнал 4...20 мА А-542 Кл.т. 0,5; Выходной сигнал 0..5 мА	Оператор, аппаратчик
LIRC 7	Уровень раствора в сепараторе, мм	Сепаратор выпарной установки	0 – 2500 мм	Пьезометрическая трубка «Сапфир-22Ех-ДИ» Кл.т.0,5 ;Выходной сигнал 4.. 20 мА А-542 Кл.т. 0,5; Выходной сигнал 0..5 мА ПЭП-2 Кл.т.0,5 ;Выходной сигнал 4.. 20 мА УНК-64-25-2,5 Тип НО	Оператор, аппаратчик
FIR 9	Расход 10% раствора амселитры, т/ч	Трубопровод на входе в выпарную установку	0 – 10 т/ч	ДКС-25-50-А-1-А/2-В РПО-3,0-ЖУЗ Кл. т. 1,5 Входной сигнал 20-100 кПа А-542 Кл.т. 0,5 Входной сигнал 0..5 мА	Оператор, аппаратчик
FIR 10	Расход 60% раствора амселитры, т/ч	Трубопровод подачи упаренного раствора в ИТН-1	0 – 10 т/ч	ДКС-25-100-А-1-А/2-В РПО-10,0-ЖУЗ Кл.т.1,5Входной сигнал 20-100 кПа А-542 Кл. т. 0,5 Входной сигнал 0..5 мА	Оператор, аппаратчик

заказать компетентное выполнение дипломной работы на https://diplom-berezniki.ru

Продолжение табл. 17

1	2	3	4	5	6
FIR 11	Расход 60% раствора амселитры, т/ч	Трубопровод подачи упаренного раствора в ИТН-2	0 – 10 т/ч	ДКС-25-100-А-1-А/2-В РПО-10,0-ЖУЗ Кл. т. 1,5 Входной сигнал 20 -100 кПа А-542 Кл. т. 0,5 Входной сигнал 0..5 мА	Оператор, аппаратчик
FIRC 13	Расход азотной кислоты, $м^3$/ч	Скруббер Х-86	0 – 1 $м^3$/ч	ДКС-6-20-А-1-Б-4 РП-1,0-ЖУЗ Кл. т. 1,5; Выходной сигнал 20 .. 100 кПа А-542 Кл. т. 1,0; Входной сигнал 20 .. 100 кПа; ПЭП-2Кл. т. 0,5; Выходной сигнал 4. .20 мА 25нж50нж Тип НЗ	Оператор, аппаратчик
QIRC 15	pH 10% раствора амселитры, pH	Ёмкость слабого раствора Е-20	1 – 2 pH	УРП-2И,ЭСП-06/14, Кл. т. 3,0 ДМ-5М-2 А-542 Кл. т. 0,5; Выходной сигнал 0..5 мА ПЭП-2 Кл. т. 0,5; Выходной сигнал 4. .20 мА	Оператор, аппаратчик
LIRC 16	Уровень конденсата сокового пара, мм	Ёмкость конденсата сокового пара Е-45	0 – 2500 мм	Пьезометрическая трубка «Сапфир22Ех-ДИ» Кл. т. 0,5; Выходной сигнал 4. .20 мА А-542 Кл. т. 0,5; Выходной сигнал 0..5 мА ПЭП-2 Кл. т. 0,5; Выходной сигнал 4. .20 мА УНК-64-25-2,5 Тип НО	Оператор, аппаратчик
TIR 18	Температура раствора амселитры, °С	ИТН -1 3-я тарелка	0 – 300°С	ТХК-05 15-710-03 Погрешность 0,16 мВ П-282 Кл. т. 0,5; Выходной сигнал 0..5 мА А-542 Кл. т. 0,5; Выходной сигнал 0..5 мА	Оператор, аппаратчик
FIRC 20	Расход конденсата сокового пара, $м^3$/ч	ИТН - 1 4-я тарелка	0 – 4 $м^3$/ч	ДКС-6-50-А-1-Б-4 РП-1,0-ЖУЗ Кл. т. 1,5; Выходной сигнал 20 .. 100 кПа А-542 Кл. т. 1,0; Входной сигнал 20 .. 100 кПа; ПЭП-2 Кл. т. 0,5; Выходной сигнал 4. .20 мА 25нж50нж ТипНЗ	Оператор, аппаратчик
FIRC 21	Расход конденсата сокового пара, $м^3$/ч	ИТН - 2 4-я тарелка	0 – 4 $м^3$/ч	ДКС-6-50-А-1-Б-4 РП-1,0-ЖУЗ Кл. т. 1,5; Выходной сигнал 20 .. 100 кПа А-542 Кл. т. 1,0; Входной сигнал 20 .. 100 кПа; ПЭП-2 Кл. т. 0,5; Выходной сигнал 4. .20 мА 25нж50нж ТипНЗ	Оператор, аппаратчик

заказать компетентное выполнение дипломной работы на https://diplom-berezniki.ru

Продолжение табл. 17

1	2	3	4	5	6
TIR 23	Температура раствора амселитры, °С	ИТН -2 3-я тарелка	0 – 300°С	ТХК-05 15-710-03 Погрешность 0,16 мВ П-282 Кл. т. 0,5; Выходной сигнал 0..5 мА А-542 Кл. т. 0,5; Выходной сигнал 0..5 мА	Оператор, аппаратчик
TIR 24	Температура, °С	ИТН -1 не реакционная зона	0 – 300°С	ТХК-05 15-710-03 Погрешность 0,16 мВ П-282 Кл. т. 0,5; Выходной сигнал 0..5 мА А-542 Кл. т. 0,5; Выходной сигнал 0..5 мА	Оператор, аппаратчик
FIRC 26	Расход 10% раствора , $м^3$/ч	ИТН - 2 2-я тарелка	0 – 4 $м^3$/ч	ДКС-6-50-А-1-Б-4 РП-1,0-ЖУЗ Кл. т. 1,5; Выходной сигнал 20 .. 100 кПа А-542 Кл. т. 1,0; Входной, сигнал 20 .. 100 кПа; ПЭП-2 Кл. т. 0,5; Выходной сигнал 4. .20 мА 25нж50нж ТипНЗ	Оператор, аппаратчик
TIR 27	Температура, °С	ИТН-2 не реакционная зона	0 – 300°С	ТХК-05 15-710-03 Погрешность 0,16 мВ П-282 Кл. т. 0,5; Выходной сигнал 0..5 мА А-542 Кл. т. 0,5; Выходной сигнал 0..5 мА	Оператор, аппаратчик
FIRC 29	Расход 10% раствора , $м^3$/ч	ИТН - 1 2-я тарелка	0 – 4 $м^3$/ч	ДКС-6-50-А-1-Б-4 РП-1,0-ЖУЗ Кл. т. 1,5; Выходной сигнал 20 .. 100 кПа А-542 Кл. т. 1,0; Входной, сигнал 20 .. 100 кПа; ПЭП-2 Кл. т. 0,5; Выходной сигнал 4. .20 мА 25нж50нж ТипНЗ	Оператор, аппаратчик
TIR 30	Температура парогазовой смеси, °С	Нейтрализатор Х-86	0 – 300°С	ТХК-05 15-710-03 Погрешность 0,16 мВ П-282 Кл. т. 0,5; Выходной сигнал 0..5 мА А-542 Кл. т. 0,5; Выходной сигнал 0..5 мА	Оператор, аппаратчик
FIRC 32	Расход 10% раствора, $м^3$/ч	Трубопровод подачи в Х-86, Х-98	0 – 4 $м^3$/ч	ДКС-6-50-А-1-Б-4 РП-1,0-ЖУЗ Кл. т. 1,5; Выходной сигнал 20 .. 100 кПа А-542 Кл. т. 1,0; Входной, сигнал 20 .. 100 кПа; ПЭП-2 Кл. т. 0,5; Выходной сигнал 4. .20 мА 25нж50нж ТипНЗ	Оператор, аппаратчик
LIRC 33	Уровень 10% раствора, мм	Ёмкость слабого раствора Е-20	0 – 2500 мм	Пьезометрическая трубка «Сапфир-22Ех-ДИ» Кл. т. 0,5; Выходной сигнал 4. .20 мА А-542 Кл. т. 0,5; Выходной сигнал 0..5 мА ПЭП-2 Кл. т. 0,5; Выходной сигнал 4. .20 мА УНК-64-25-2,5 Тип НО	Оператор, аппаратчик

заказать компетентное выполнение дипломной работы на https://diplom-berezniki.ru

Продолжение табл. 17

1	2	3	4	5	6
FIRC 35	Расход газообразного аммиака в аппараты ИТН-1,2 , т/час	Трубопровод газообразного аммиака в ИТН - 1,2	0 – 10 т/час	ДКС-6-300-А-1-Б-4 «Сапфир-22Ех-ДД» Кл. т. 0,5; Выходной сигнал 4 ..20 мА БПС-24П Кл.т. 0,07; Входной сигн. 4...20 мА; вых. сигн. 0..5 мА А-542 Кл. т. 0,5; Входной. сигнал 0..5 мА; ПЭП-2 Кл. т. 0,5; Выходной сигнал 4. .20 мА 25нж50нж ТипНЗ	Оператор, аппаратчик
FIRC 38	Расход азотной кислоты в аппараты ИТН-1,2, т/час	Трубопровод азотной кислоты в ИТН - 1,2	0 – 63 т/час	ДКС-6-125-А-1-Б-4 «Rosemount 1151 S» Кл.т. 0,5; Выходной сигнал 4…20 мА БПС-24П Кл.т. 0,07; Входной сигн. 4...20 мА; вых. сигн. 0..5 мА А-542 Кл. т. 0,5; Входной. сигнал 0..5 мА; ПЭП-2 Кл. т. 0,5; Выходной сигнал 4. .20 мА 25нж50нж ТипНЗ	Оператор, аппаратчик
QIRC 37,40	pH раствора амселитры после аппаратов ИТН - 1,2, pH	Выход из аппаратов ИТН - 1,2	0,5 – 3 pH	УРП-2И,ЭСП-06/14, Кл. т. 3,0 ДМ-5М-2 А-542 Кл. т. 0,5; Выходной сигнал 0..5 мА ПЭП-2 Кл. т. 0,5; Выходной сигнал 4. .20 мА	Оператор, аппаратчик
TIR 41	Температура воздуха, °С	Подогреватель воздуха Т - 11	0 – 300°С	ТХК-05 15-710-03 Погрешность 0,16 мВ 0...300°С П-282 Кл.т.0,5;Выходной сигнал 0..5 мА А-542 Кл.т.0,5;Выходной сигнал 0..5 мА	Оператор, аппаратчик

9. ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОЦЕССА СО СРЕДСТВАМИ АВТОМАТИЗАЦИИ

Процесс производства гранулированной аммиачной селитры осуществляется на двух однотипных технологических нитках и общей поточно-транспортной системе и упаковке и состоит из следующих стадий:

а) нейтрализация азотной кислоты газообразным аммиаком;

б) введение или раствора нитрата магния в качестве добавки;

в)упаривание полученного раствора до состояния высококонцентрированного плава и перекачивание плава на верх грануляционной башни;

г) гранулирование плава с последующим охлаждением гранул;

д) очистка отработанного воздуха, выбрасываемого в атмосферу;

е) вспомогательные стадии;

ж) упаковка и хранение готового продукта.

9.1. Нейтрализация азотной кислоты газообразным аммиаком

Нейтрализация азотной кислоты газообразным аммиаком является простой необратимой реакцией которая в обычных условиях протекает почти без образования побочных продуктов и с выделением теплоты (1812 кДж/кг при взаимодействии 100 % исходных продуктов): $NH_3 + HNO_3 = NH_4NO_3 + Q$.

Для процесса нейтрализации применяется азотная кислота с массовой долей HNO_3 не менее 58 %, поэтому тепловой эффект реакции соответственно уменьшается на суммарную величину теплоты разбавления азотной кислоты и растворения аммиачной селитры.

Выделившаяся в процессе нейтрализации теплота используется для испарения большей части воды из образующегося раствора аммиачной селитры, то есть, на его концентрирование.

Процесс нейтрализации азотной кислоты газообразным аммиаком осуществляется в двух параллельно работающих аппаратах ИТН. Аппарат ИТН - вертикальный цилиндрический сосуд переменного диаметра. Нижняя часть аппарата (реакционная зона) конструктивно обеспечивает протекание реакции

нейтрализации до конца с большой скоростью и вывод раствора из аппарата. Верхняя часть аппарата (промыватель с четырьмя колпачковыми тарелками) обеспечивает очистку сокового пара от непрореагировавшего аммиака и капель раствора амселитры.

Азотная кислота подается в агрегат центробежным насосом из склада цеха неконцентрированной азотной кислоты и распределяется на два подогревателя Т-$2_{1,2}$, где нагревается до температуры 70 - 90 °С за счет теплоты конденсации сокового пара, и далее поступает в два аппарата ИТН Р-$З_{1,2}$.

Газообразный аммиак поступает в агрегат из заводской сети с давлением 0,18 - 0,25 МПа (1,8 - 2,5 кгс/см). На входе аммиака в агрегат отделитель-испаритель Х-37, предназначенный для отделения примесей жидкого аммиака и масла от газообразного аммиака. Жидкий аммиак испаряется за счет теплоты конденсации пара давлением 0,8 МПа (8 кгс/см^2), подаваемого во внутренний змеевик аппарата.

Из аппарата Х-37 аммиак направляется в трубное пространство подогревателя Т-1, где нагревается до 120 – 180 °С паровым конденсатом, поступающим в межтрубное пространство теплообменника из пароувлажнителя Х-42. Далее аммиак направляется в реакционную зону двух аппаратов ИТН.

Заданная нагрузка по аммиаку на аппарат ИТН поддерживается автоматически, отклонение расхода аммиака от заданного на 5 % сигнализируется при работе схемы регулирования в автоматическом режиме.

Массовый расход азотной кислоты в аппарат ИТН Р - $З_{1,2}$ поддерживается автоматически в заданном соотношении с массовым расходом аммиака с коррекцией по pH раствора амселитры на выходе из аппарата ИТН Р - $З_{1,2}$.

В аппаратах ИТН поддерживается кислая среда. Кислотность раствора амселитры после аппарата ИТН в пределах 1- 4 г/дм^3, свободной HNO_3 (pH - 1,5-2,0) регулируется автоматически.

Соковый пар, образующийся при испарении раствора аммиачной селитры

в аппарате ИТН и имеющей ту же температуру, что и раствор в реакционной зоне, поступает в сепарационную часть аппарата, где промывается от примесей аммиака и аммиачной селитры на четырех колпачковых тарелках слабым раствором амселитры и конденсатом сокового пара.

На вторую (по ходу сокового пара) промывную тарелку из бака Е-20 насосом Н-21 подается слабый раствор амселитры с массовой концентрацией до 20 г/дм^3, затем раствор перетекает на первую промывную тарелку и по переточной трубе в реакционную часть аппарата ИТН на смешение с реакционным раствором. Закисленный раствор амселитры, проходя вторую и первую тарелки, контактирует с соковым паром и поглощает из него не прореагировавший аммиак. Объемная подача раствора на вторую тарелку FI-26,29 регулируется дистанционно клапаном HCV-26,29.

На четвертую промывную тарелку аппарата ИТН из бака Е-45 насосом Н-41 подается конденсат сокового пара, который проходит четвертую и третью тарелки, поглощает аммиачную селитру из сокового пара, и в виде слабого раствора с массовой долей NH_4NO_3 5 - 10 % поступает в бак Е-20 (через гидрозатвор Е-5).

При контакте сокового пара с раствором амселитры и конденсатом сокового пара на промывных тарелках тепло перегрева снимается, соковый пар становится насыщенным и выходит из сепарационной части аппарата ИТН с температурой 101 - 106 °С.

Чтобы избежать конденсации сокового пара на тарелках, температура выходящего с 3-й тарелки раствора 100 - 110 °С регулируется автоматически TICA-18,23 изменением объемной подачи конденсата сокового пара FI-20,21 на четвертую тарелку.

Над верхней промывной тарелкой аппарата ИТН установлен сетчатый отбойник и плоскопараллельная насадка из гофрированных лент, где соковый пар освобождается от брызг конденсата сокового пара и выходит из аппарата с массовой концентрацией NH_4NO_3 не более 4 г/дм^3 и HNO_3 не более 4 г/дм^3.

Соковый пар из аппаратов ИТН частично (20 - 40 %) используется в качестве теплоносителя в подогревателях азотной кислоты Т-$2_{1,2}$ и подогревателях воздуха Т-$38_{1,2,3}$, а остальная часть направляется в скруббер Х-29, где смешивается с воздухом, выходящим из грануляционной башни.

Конденсат сокового пара из подогревателей Т-$2_{1,2}$, а также из подогревателей Т-$38_{1,2,3}$ поступает в бак Е-45.

Из бака Е-45 конденсат сокового пара насосом Н-$41_{1,2}$ подается на орошение 4-ых тарелок аппарата ИТН. Уровень в баке Е-45 регулируется автоматически LIRA-16.

При необходимости переработки раствора амселитры из хранилища Е-8 раствор насосом Н-9 подается в реакционную зону аппаратов ИТН. На линии ввода раствора амселитры в Е-8 установлен УРП с pH-метрами, pH раствора в хранилище QIA-5 регистрируется, снижение pH до 4,0 сигнализируется.

Для исключения повышения давления в аппаратах ИТН выше допустимого, на линии выхода сокового пара из аппаратов установлен бак-гидрозатвор Е-5. На агрегате в бак Е-5 постоянно поступает раствор амселитры после 3 тарелок аппаратов ИТН и по линии перелива направляется в бак Е-20.

Аппарат ИТН снабжен аварийной линией перелива. Раствор по переливу поступает в хранилище Е-8 через бак-гидрозатвор Е-5. Из аппаратов ИТН раствор амселитры поступает в донейтрализатор Р-4, предназначенный для нейтрализации избытка кислоты газообразным аммиаком, введения нитрата магния и поддержания щелочной среды раствора перед подачей его на стадию упаривания.

pH раствора после донейтрализатора Р-4 не менее 5,0 (массовая концентрация свободного NH_3 в растворе 0,1 – 0,5 г/дм^3) регулируется автоматически. Для измерения pH в контрольный донейтрализатор Р-97 предусмотрена подача аммиака. pH раствора в аппарате Р-97 не менее 5,0 (массовая концентрация свободного NH_3 в растворе 0,1 - 0,5 г/дм^3) регулируется дистанционно.

После достижения массовой концентрации NH_4NO_3 в растворе не менее 89 %, массовой концентрации добавок и pH раствора согласно нормам, раствор из контрольного донейтрализатора Р-97 направляется в выпарной аппарат Т-10.

Соковый пар с непрореагировавшим аммиаком из донейтрализаторов Р-4, Р-97 направляется на улавливание в скруббер-нейтрализатор Х-86. Сюда же выведены воздушники от гидрозатвора Р-13.

Скруббер Х-86 заполнен кольцами из керамики. Насадка скруббера орошается закисленным раствором амселитры из бака Е-20, в линию подачи раствора аммиачной селитры дозируется азотная кислота. Объемный расход кислоты FI-13 поддерживается в зависимости от pH раствора Q-15 в баке Е-20. Отработанный раствор с массовой долей NH_4NO_3 не более 30 % и массовой концентрацией HNO_3 до 20 г/дм^3 возвращается в бак Е-20. Очищенный соковый пар направляется в скруббер Х-29.

9.2. Введение раствора нитрата магния

Подача раствора нитрата магния осуществляется плунжерными насосами Н-$50_{1,2,3,4}$ в донейтрализатор Р-4.

9.3.Упаривание полученного раствора до состояния высококонцентрированного плава и перекачивание его на грануляционную башню

Упаривание полученного раствора амселитры до состояния плава осуществляется под избыточным давлением, близким к атмосферному, за счет использования теплоты конденсации насыщенного пара 1,2 - 1,4 МПа (12-14 кгс/см^2) и противоточной продувки горячим воздухом в выпарном аппарате Т-10.

Греющий пар подается в межтрубное пространство кожухотрубной части выпарного аппарата и в змеевики на трех провальных ситчатых тарелках, расположенных в нижней части аппарата, и обеспечивает подвод теплоты, необходимой для испарения воды из раствора аммиачной селитры.

Раствор, поступающий в выпарной аппарат из донейтрализатора Р-97 равномерно распределяется на верхней трубной решетке и далее стекает по внутренней поверхности трубок в виде пленки. После трубчатки плав поступает в нижнюю часть аппарата, где последовательно проходит три ситчатые тарелки и упаривается до массовой доли NH_4NO_3 не менее 99,7 %.

Атмосферный воздух нагнетателем В-12 подается в подогреватель Т-11, где нагревается до 175 - 190 °С насыщенным паром давлением - 1,4 МПа (12 - 14 кгс/см^2). Подогрев воздуха до температуры процесса упаривания позволяет исключить существенный теплоотвод от пленки раствора к продуваемому воздуху.

Воздух после подогревателя Т-11 проходит через тарелки нижней части, а затем по трубкам кожухотрубной части выпарного аппарата, контактируя при этом с упариваемым раствором. За счет разницы парциальных давлений паров воды над растворами в воздухе и происходит массообмен, при котором раствор концентрируется, а воздух увлажняется.

Паровоздушная смесь из выпарного аппарата с температурой не более 185°С, с массовой концентрацией NH_4NO_3 не более 8 г/м^3 и NH_3 не более 2 г/м^3 поступает в промыватель Х-98.

Здесь на трех ситчатых тарелках происходит промывка паровоздушной смеси раствором амселитры, поступающим от насоса Н-21. Кислота, содержащаяся в орошающем растворе, взаимодействует с аммиаком паро-воздушной смеси.

Орошающий раствор понижает температуру паровоздушной смеси перед фильтрующими элементами до 70 - 105 °С. Регулирование объемного расхода орошающего раствора FI-32 по температуре паровоздушной смеси TICA-1 осуществляется дистанционно клапаном TCV-32.

Окончательная очистка паровоздушной смеси происходит на фильтрующих элементах, расположенных выше тарелок.

После промывки паровоздушная смесь с массовой концентрацией NH_4NO_3 не более 0,2 г/м^3 и NH_3 не более 0,3 г/м^3 смешивается с соковым паром из аппаратов ИТН и направляется в скруббер Х-29. Раствор амселитры после промывателя Х-98 с массовой концентрацией NH_4NO_3 не более 35% направляется в бак Е-20.

Плав амселитры из выпарного аппарата с температурой 175-185°С поступает в гидрозатвор-нейтрализатор Р-13, предназначенный для создания затвора от проскока воздуха из выпарного аппарата в бак Е-15 и подщелачивания плава аммиаком перед перекачиванием его на стадию гранулирования. Для измерения pH на линии выхода плава из гидрозатвора Р-13 установлены два параллельно работающих УРП с pH-метрами. pH плава не менее 5,0 (массовая концентрация свободного аммиака в плаве 0,08-0,35 г/дм^3) регулируется автоматически.

Непрореагировавший аммиак из гидрозатвора Р-13 направляется в скруббер-нейтрализатор Х-86.

Плав амселитры из гидрозатвора Р-13 поступает в бак Е-15, откуда погружным насосом Н-16 подается в верхнюю часть грануляционной башни.

9.4. Гранулирование плава с последующим охлаждением гранул

Процесс гранулирования высококонцентрированного плава аммиачной селитры осуществляется в металлической грануляционной башне сечением 8,0 на 11,0 м., обеспечивающей высоту падения гранул 50 м.

Плав амселитры с массовой долей NH_4NO_3 не менее 99,7% и температурой 175 – 185°С из напорного бака Е-23 поступает в стояки перед грануляторами, откуда через леечные акустические грануляторы Х-26$_{1,2,3}$ равномерно в виде капель разбрызгивается по всему сечению полного объема башни. Массовая подача гранулятора 17-23 т/час.

Встречным потоком воздуха, поднимающегося вверх со скоростью 1,0-1,8 м/с, падающие капли плава охлаждаются и кристаллизируются в виде гранул. Образующиеся гранулы амселитры падают на конуса гранбашни,

защищенные с внутренней стороны транспортерной лентой, и через разгрузочное отверстие поступают на транспортёр ПТ-30.

Транспортёром ПТ-30 гранулы амселитры с температурой 70-120°С подаются на колосниковую решетку грохота, загрузочного устройства аппарата охлаждения гранул в кипящем слое Х-33. На решетке отделяются комки и крупные частицы, которые могут образовываться в случае налипания амселитры на стенках и конусах башни.

Пройдя колосниковую решетку грохота, гранулированная амселитра поступает в аппарат для охлаждения гранул в кипящем слое Х-33, проходит последовательно три секции аппарата и охлаждается до температуры не более 50 °С.

Внутри аппарата Х-33 имеется две решетки: кипящего слоя и воздухораспределительная. Между секциями на решетке кипящего слоя установлены шиберы, а также двери для выхода воздуха. Каждая секция имеет по две выгрузочные течки с заслонками. В каждую секцию раздельно подается атмосферный воздух центробежными вентиляторами В-$39_{1,2,3}$. Объемная подача воздуха под каждую секцию регулируется осевым направляющим аппаратом вентилятора, в зависимости от нагрузки агрегата. Линейная скорость воздуха в зоне кипящего слоя составляет 1,8 м/с (для гранул 2,5 мм).

Сухой отработанный воздух из аппарата Х-33 поступает в грануляционную башню и далее на последующую очистку в скруббер Х-29. Охлажденные гранулы амселитры из аппарата Х-33 поступают на транспортёр ПТ-34, которым подаются в элеватор ПТ-35, и далее поступают в отделение упаковки или на склад.

9.5. Очистка отработанного воздуха, выбрасываемого в атмосферу

Загрязненный примесью аммиачной селитры и аммиаком воздух из грануляционной башни, промывателя паровоздушной смеси Х-98, а так же соковый пар из аппаратов ИТН и скруббера-нейтрализатора Х-86 поступают на очистку в промывной скруббер Х-29.

Скруббер выполнен в виде двух блоков, расположенных вдоль длинных сторон башни в верхней ее части. В каждом блоке имеется по три параллельно работающие секции. Каждая секция имеет две сетчатые тарелки с отбойными элементами, над верхней тарелкой размещены четыре фильтрующих элемента. Отработанный воздух и соковый пар поступает под промывные тарелки аппарата.

На верхнюю тарелку каждой секции насосом Н-21 из бака Е-20 непрерывно подается закисленный раствор амселитры с массовой концентрацией NH_4NO_3 не более 25 % и HNO_3 до 20 г/л. Закисление раствора необходимо для улавливания аммиака, содержащегося в воздухе. Промывной раствор, пройдя тарелки скруббера Х-29, возвращается в бак Е-20, откуда насосом вновь подается в скруббер.

Массовая доля NH_4NO_3 в растворе поддерживается за счет непрерывного поступления в бак Е-20 слабого раствора с 3-их тарелок аппаратов ИТН. В бак Е-20 направляется также раствор амселитры из скруббера Х-86 и раствор из промывателя Х-98. Уровень в баке Е-20 LICA-33 регулируется автоматически подачей в бак парового конденсата. Для измерения pH циркулирующего раствора на линии нагнетания насоса установлены УРП с pH-метрами. pH раствора в баке Е-20 QICA-15 регулируется автоматически изменением объемного расхода кислоты FI-15 в скруббер Х-86. Часть циркулирующего раствора непрерывно отводится из напорной линии насоса Н-21 на переработку в аппараты ИТН.

Воздух после очистки на тарелках скруббера Х-29 проходит фильтрующие элементы и с массовой концентрацией NH_4NO_3 Q-42 не более 0,08 г/дм^3, и NH_3 не более 0,05 г/ дм^3 выбрасывается в атмосферу на высоте 73 метра вентиляторами В-28$_{1-6}$, установленными по одному на каждую секцию скруббера.

9.6. Вспомогательные стадии процесса

9.6.1. Пароснабжение. Использование конденсата

Перегретый пар с избыточным давлением PI-12 1,5 МПа (15 кгс/см^2) и температурой 220 - 300°С подается в производство аммиачной селитры из цеха неконцентрированной азотной кислоты. Для обеспечения стабильного режима теплообменных аппаратов предусмотрено увлажнение и охлаждение перегретого пара в пароувлажнителе Х-42. Перегретый пар, редуцированный 1,2 - 1,4 МПа (12-14 кгс/см^2), увлажняется паровым конденсатом до полного насыщения и с температурой 191 - 197°С направляется в выпарной аппарат Т-10 для упаривания раствора амселитры и в подогреватель Т-11 для подогрева воздуха. Паровой конденсат из выпарного аппарата Т-10 и подогревателя воздуха Т-11 поступает в пароувлажнитель для охлаждения и увлажнения перегретого пара и направляется для использования теплоты в подогреватель аммиака Т-1.

Уровень в пароувлажнителе регулируется автоматически выдачей парового конденсата через подогреватель Т-1 в бак Е-43.

Узлы редуцирования пара снабжены предохранительными клапанами со сбросом избыточного давления через свечу в атмосферу.

Паровой конденсат от линии обогрева аппаратов и коммуникаций направляется в бак Е-43, откуда насосом Н-44 направляется в заводскую сеть и используется на нужды цеха.

9.6.2. Сбор и переработка сбросных растворов

Для приема растворов и плава аммиачной селитры при дренировании аппаратов и коммуникаций, а также при переливах из баков Е-15$_{1,2}$, Е-20, Е-31, Е-45, гидрозатвора Р-13, установлен дренажный бак Е-6, из которого раствор амселитры погружным насосом Н-7 перекачивается в хранилище Е-8.

Хранилища Е-8 предназначены для приема растворов амселитры с пониженной массовой долей NH_4NO_3, образующихся при налаживании технологического режима в периоды пусков аппаратов ИТН. Кроме того, в хранилища поступает раствор и плав амселитры при дренировании аппаратов и трубопроводов агрегата. При кратковременном прекращении подачи плава на

грануляторы (10-15 мин) аппараты ИТН не останавливаются, раствор поступает в хранилища по переливу емкости Е-23.

Часть слабого раствора амселитры со стадии промывки отработанного воздуха до 2 $м^3$ FE-9 из бака Е-20 отводится на выпарную установку. Выпарная установка спроектирована и рассчитана для концентрации постоянно накапливающегося слабого раствора в баке Е-20 с последующим отводом в Е-8 для полной переработки. Выпаривание слабого раствора осуществляется паром 0,8 МПа, расход пара FE-3 регулируется автоматически клапаном TCV-3. Перегретый слабый раствор амселитры поступает в сепаратор, где происходит вскипание и отделение сокового пара от концентрированного раствора.

Из хранилища Е-8 раствор амселитры насосом Н-9 подается на переработку в аппараты ИТН. Уровень в хранилищах Е-8 контролируется LRA-6, максимальный и минимальный уровень сигнализируется. Температура раствора в хранилищах контролируется TR-26, она не должна превышать 150°С, массовая доля NH_4NO_3 в растворе условно принята не более 90 %.

9.6.3. Сбор загрязненных растворов и аварийных проливов

При эксплуатации агрегата могут иметь место аварийные проливы растворов амселитры и кислот, которые появляются при нарушении герметичности аппаратов, подтекании фланцевых соединений, арматуры, трубопроводов или при ремонтных работах.

При аварийных проливах из аппаратов и коммуникаций в отделениях нейтрализации и грануляции предусмотрен их сбор в хранилище Е-69, а затем сброс в канализацию.

10. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

10.1. Отходы производства. Классификация

10.1.1. Сточные воды

Процесс производства аммиачной селитры осуществляется с небольшим потреблением охлаждающей воды, которая расходуется для охлаждения парового конденсата, подшипников насосов и нагнетателей воздуха.

Отработанная вода после использования отправляется в канализацию.

Технологических стоков, требующих очистки перед направлением на очистные сооружения, в производстве аммиачной селитры нет.

Для исключения возможности загрязнения водоемов предусмотрена сухая уборка пола производственных помещений.

Стоки с массовой долей NH_4NO_3, $Mg(NO_3)_2$ и масла, не превышающей предельно-допустимые нормы, направляются в промливневую канализацию, туда же отводятся ливневые воды с отделений нейтрализации и грануляции.

При аварийных проливах из аппаратов и коммуникаций в отделениях нейтрализации и грануляции 1-го агрегата предусмотрен их сбор в поддоны хранилищ Е-107, а затем сброс в канализацию.

При аварийных проливах из аппаратов и коммуникаций в отделениях нейтрализации и грануляции 2-го агрегата предусмотрен их сбор в хранилище Е-69, а затем сброс в канализацию.

Возврат проливов раствора аммиачной селитры и кислот в производственный цикл не допускается.

Таблица 18

Состав и количество сточных вод

Наименование стока, отделение, аппарат	Куда сбрасывается	Объём стоков, $м^3$/сут	Периодичность сброса	Состав сброса по компонентам
1	2	3	4	5
Стоки отделения нейтрализации и грануляции	Промливневая канализация	2,88	При аварийных проливах	NH_4NO_3 HNO_3 $Mg(NO_3)_2$

Продолжение табл. 18

1	2	3	4	5
Конденсат сокового пара	Промливневая канализация	72,0	Постоянно	NH_4NO_3 HNO_3
Сброс воды с охлаждения подшипников нагнетателей воздуха	Промливневая канализация	96,0	Постоянно	Оборотная вода
Всего:		170,88		NH_4^+ 169,2 NO_3^- 2000,0 pH 6,5-8,5

10.1.2. Выбросы в атмосферу

Отработанный воздух из грануляционной башни, выпарного аппарата для 1-го агрегата и промывателя воздуха Х-98 для 2-го агрегата, соковый пар из аппаратов ИТН и скруббера Х-86 перед выбросом в атмосферу подвергаются очистке от примесей аммиачной селитры и аммиака промывкой в скруббере Х-29 слабым закисленным раствором аммиачной селитры. Воздух после промывки выбрасывается вентиляторами В-29 через выхлопные в атмосферу на высоте 73 метра с массовой концентрацией аммиачной селитры не более 0,1 г/м^3, аммиака - не более 0,05 г/м^3. Промывной раствор возвращается в производственный процесс.

Остальные воздушники от аппаратов и емкостей (сброс продувок от предохранительных клапанов, от аппаратов и коммуникаций при их продувке азотом и др.) выведены в атмосферу выше конька крыши на 5 метров.

Воздух из производственных помещений отделения упаковки после очистки в циклонах от пыли аммиачной селитры выбрасывается в атмосферу.

Таблица 19

Состав и количество выбросов в атмосферу

Наименование выброса, диаметр. высота	Кол-во источников выброса	Периодичность	Объём газов, $м^3/с$	Характеристика сброса				Выбросы на единицу продукции, кг/т	Наименование пылегазоочистительнй установки	Степень очистки	
				Температура, °С	Состав(объём, доля), $мг/м^3$	Допустимое кол-во вр.веществ, выбрасываемых в атм.				До очистки, $мг/м^3$	После очистки, $мг/м^3$
						г/с	т/год				
Вытяжная вентиляция из отделения нейтрализации (2агр.)	3	Постоянно	4,4	10-30	NH_3 20 NO 5	0,088 0,022	2,51 0,63	0,005 0,001	–	–	–
Воздух после гранбашни (1агр.), высота 73м, D=1м	6	Постоянно	166,6	30-70	NH_4NO_3 100 NH_3 50	16,67 8,33	475,2 237,6	1,056 0,528	Скруббер промывной Х-29	NH_4NO_3 400 NH_3 70	100 50
Воздух после гранбашни (2агр.), высота 73м, D=1м	6	Постоянно	166,6	30-70	NH_4NO_3 100 NH_3 50	16,67 8,33	475,2 237,6	1,056 0,528	Скруббер промывной Х-29	NH_4NO_3 400 NH_3 70	100 50
Воздух из отделения упаковки, высота 34м, D=0,5 м	5	Постоянно	21,1	10-30	Пыль NH_4NO_3 40	0,8	2,28	0,005	Циклоны	160	40

10.1.3. Твёрдые и жидкие отходы

Конденсат паровой. Образуется в результате конденсации водяного пара в процессе теплоотдачи в выпарных аппаратах, подогревателях воздуха и других теплообменных аппаратах; частично используется для собственных нужд производства, а избыток передается в заводскую сеть для дальнейшего использования. Возврат парового конденсата составляет 75-77% от расхода пара.

Конденсат сокового пара. Образуется в результате конденсации сокового

пара в подогревателях азотной кислоты и используется для собственных нужд производства.

Сметки аммиачной селитры. Образуются при чистке воздуховодов, аппаратов «кипящего слоя» и другого оборудования, а также в результате россыпей селитры при транспортировке и погрузке продукта. На одну тонну готового продукта получается 1,4 кг сметок. Используются сметки в сельском хозяйстве в качестве удобрений.

Таблица 20

Состав, количество и применение твёрдых и жидких отходов

Наименование отхода, отделение, аппарат	Куда складируется, транспорт, тара	Количество отходов		Периодичность образования	Характеристика твёрдых и жидких отходов	
		т/год	$м^3$/год		Хим.состав, масс.доля	Класс опасности
Паровой конденсат после теплообменного оборудования	Передаётся в заводскую сеть для дальнейшего использования	До 221800	До 221800	Постоянно	NH_3 до 1,0 мг/л	–
Конденсат сокового пара после теплообменного оборудования	Используется для орошения тарелок аппаратов ИТН	До 126800	До 126800	Постоянно	NH_4NO_3 до 4,0 г/л HNO_3 до 4,0 г/л	–
Смётки аммиачной селитры после чистки воздуховодов, аппаратов и просыпи при транспортировке к погрузке	Складируются в складе смёток, периодически реализуются в качестве удобрения	До 1260	–	Постоянно	Не регламенти-руется	4

10.2. Методы утилизации и обезвреживания отходов

Твёрдые отходы - смётки аммиачной селитры используются в сельском хозяйстве в качестве удобрений. На 1 т готового продукта получается 1,4 кг смёток, которые складируются в складе смёток и периодически реализуются в качестве удобрений.

Жидкие отходы, в частности отработанная вода, после использования отправляется в канализацию. Технологических стоков, требующих очистки перед направлением на очистные сооружения, в производстве гранулированной аммиачной селитры нет. При аварийных проливах предусмотрен сбор сточных

вод в поддоны хранилищ, где они разбавляются и сбрасываются в канализацию. Возврат проливов растворов аммиачной селитры и кислот в производственный цикл не допускается. Для исключения возможности загрязнения водоёмов предусмотрена сухая уборка полов производственных помещений.

Паровой конденсат выдаётся в заводскую сеть для дальнейшего использования. Возврат парового конденсата составляет 75 - 77% от расхода пара. Конденсат сокового пара используется для орошения тарелок аппаратов ИТН. Излишки концентрируют и направляют на переработку.

Газообразные отходы перед выбросом в атмосферу подвергаются очистке. Загрязнённый примесью аммиачной селитры и аммиаком воздух из грануляционной башни, выпарного аппарата Т-10 и промывателя паровоздушной смеси Х-98, а также соковый пар из аппаратов ИТН и скруббера-нейтрализатора Х-86 поступает на очистку в промывной скруббер Х-29.

Скруббер выполнен в виде двух блоков, расположенных вдоль длинных сторон башни в верхней её части. В каждом блоке имеется по три параллельно работающих секции. Каждая секция имеет две сетчатые тарелки с отбойными элементами. Над верхней тарелкой размещены четыре фильтрующих элемента. Отработанный воздух и соковый пар поступают под промывные тарелки аппарата. На верхнюю тарелку каждой секции насосом Н-21 из бака Е-20 непрерывно подаётся закисленный раствор аммиачной селитры с массовой долей NH_4NO_3 не более 25% и массовой концентрацией азотной кислоты до 20 г/л. Закисление раствора необходимо для улавливания аммиака, содержащегося в воздухе.

Промывной раствор, пройдя тарелки скруббера Х-29, возвращается в бак Е-20, откуда насосом вновь подаётся в скруббер.

Воздух после очистки на тарелках скруббера Х-29 проходит фильтрующие элементы и с массовой концентрацией аммиачной селитры не более 0,1 г/л и аммиака не более 0,05 г/л выбрасывается на высоте 73 метра вентиляторами В-28, установленными по одному на каждую секцию скруббера

Х-28.

Воздушники от донейтрализаторов Р-4, Р-97, гидрозатвора Р-13 заведены в скруббер-нейтрализатор, где воздух, содержащий аммиак промывается закисленным слабым раствором аммиачной селитры. Промывной раствор возвращается в производственный процесс.

Остальные воздушники от аппаратов и емкостей (сброс продувок от предохранительных клапанов, от аппаратов и коммуникаций при их продувке азотом) выведены в атмосферу выше конька крыши на 5 метров. Воздух из производственных помещений отделения упаковки, после очистки в циклонах от пыли аммиачной селитры, выбрасывается в атмосферу.

11. ОХРАНА ТРУДА

11.1. Охрана труда в Российской Федерации

Охрана труда — система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Государственное управление охраной труда осуществляется Правительством Российской Федерации или федеральным органом исполнительной власти по труду.

Государственными нормативными требованиями охраны труда, содержащимися в федеральных законах и иных нормативных правовых актах Российской Федерации об охране труда, устанавливаются правила, процедуры и критерии, направленные на сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности.

Требования охраны труда обязательны для исполнения юридическими и физическими лицами при осуществлении ими любых видов деятельности, в том числе при проектировании, строительстве (реконструкции) и эксплуатации объектов, конструировании машин, механизмов и другого оборудования, разработке технологических процессов, организации производства и труда.

Основными направлениями государственной политики в области охраны труда являются:

обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников;

принятие и реализация федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, законов и иных нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации об охране труда, а также федеральных целевых, отраслевых целевых и территориальных целевых программ улучшения условий и охраны труда;

государственное управление охраной труда;

государственный надзор и контроль за соблюдением требований охраны труда;

содействие общественному контролю за соблюдением прав и законных интересов работников в области охраны труда;

расследование и учет несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

защита законных интересов работников, пострадавших от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также членов их семей на основе обязательного социального страхования работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

установление компенсаций за тяжелую работу и работу с вредными и опасными условиями труда, неустранимыми при современном техническом уровне производства и организации труда;

координация деятельности в области охраны труда, охраны окружающей природной среды и других видов экономической и социальной деятельности;

распространение передового отечественного и зарубежного опыта работы по улучшению условий и охраны труда;

участие государства в финансировании мероприятий по охране труда;

подготовка и повышение квалификации специалистов по охране труда;

организация государственной статистической отчетности об условиях труда, а также о производственном травматизме, профессиональной заболеваемости и об их материальных последствиях;

обеспечение функционирования единой информационной системы охраны труда;

международное сотрудничество в области охраны труда;

проведение эффективной налоговой политики, стимулирующей создание безопасных условий труда, разработку и внедрение безопасных техники и технологий, производство средств индивидуальной и коллективной защиты работников;

установление порядка обеспечения работников средствами индивидуальной и коллективной зашиты, а также санитарно-бытовыми помещениями и устройствами, лечебно-профилактическими средствами за счет средств работодателей.

Реализация основных направлений государственной политики в области охраны труда обеспечивается согласованными действиями органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления, работодателей, объединений работодателей, а также профессиональных союзов, их объединений и иных уполномоченных работниками представительных органов по вопросам охраны труда.

Обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда в организации возлагаются на работодателя. Работник, в свою очередь, обязан соблюдать требования охраны труда, установленные законами, правилами и инструкциями по охране труда.

11.2. Свойства используемых и получаемых веществ. Опасные и вредные производственные факторы

Производство аммиачной селитры на ОАО «Азот» осуществляется путём нейтрализации азотной кислоты газообразным аммиаком. Процесс проходит под атмосферным давлением с выделением большого количества теплоты.

Таблица 21

Пожароопасные и токсичные свойства сырья, полупродуктов, отходов

Наименование сырья, материала	Физические свойства	Характеристика токсичности	ПДК г/м^3
1	2	3	4

Аммиак газообразный	Температура самовоспламенения 650°С Верхний передел-28%; нижний-15%	Бесцветный трудно горючий газ с резким запахом. Вызывает острое раздражение слизистой оболочки, раздражение ощущаете при массовой концентрации 0,1 г/м^3, при 0,3-0,7 г/м^3 - опасна для здоровья. С воздухом образует взрывоопасные смеси(относится к 4 классу)	0,02

Продолжение табл. 21

1	2	3	4
Азотная кислота	Негорючая жидкость	Бесцветная жидкость с едким запахом, ядовитая, вызывает сильные ожоги кожи, слизистых оболочек, пары раздражают дыхательные пути. Относится к 3 классу опасности. Сильный окислитель	0,002(поHNO_3) или 0,005 (по NO)
Плав аммиачной селитры	Негорючая жидкое	При сильном нагревании (200°С) в присутствии примесей может произойти термическое разложение со взрывом. Относится к 4 классу опасности	
Раствор нитрата магния $Mg(NO_3)_2$	Негорючая жидкое	Бесцветная или слабо желтая жидкость, токсичная. Вдыхание паров вызывает повышение температуры, воспаление легких поражает слизистую оболочку глаза, носа, гортани. Относится ко 2 классу опасности	0,001
Диспергатор НФ	Негорючая жидкость	Пары раздражающе действуют на слизистую оболочку глаза, незащищенные участки кожи. Относится к 3 классу	0,005
Окись азота NO	Негорючий газ	При отравлении вызывает общую слабость, головокружение, тошноту, раздражение дыхательных путей. При сильном отравлении вызывает отек легких со смертельным исходом. Отек может наступить через 10 дней после отравления	0,005 (в пересчете на $N0_2$)
Двуокись азота	Негорючий газ	Концентрация 0,2-0,3 г/м^3 (в пересчете на NO) опасна для жизни при кратковременном воздействии. Относится к 3 классу.	0,005 (в пересчете на $N0_2$)

Твердая аммиачная селитра	Негорючее вещество	При сильном нагревании может произойти термическое разложение со взрывом. Относится к 4 классу опасностей	0,01

Аммиачная селитра – пожароопасный продукт, представляет собой окислитель, способный поддерживать горение. При нагревании ее в замкнутом пространстве, когда продукты терморазложения не могут свободно удаляться, селитра может при некоторых условиях взрываться. Она может также взрываться под действием детонаторов.

При незначительном нагревании (порядка 200°С) соль подвержена термическому разложению, в процессе которого выделяются токсичные газы - аммиак, окислы азота Разложение значительно усиливается в присутствии азотной, серной, соляной кислот, органических примесей и некоторых металлов в порошкообразном состоянии (медь, цинк, олово, свинец, кадмий и др.), при этом температура начала разложения соли снижается. При взаимодействии аммиачной селитры с некоторыми восстановителями (сульфиды, колчедан и др.) образуется нитрит аммония, последний резко увеличивает возможность взрыва соли. В интервале температур 210 – 220°С аммиачная селитра разлагается с образованием закиси азота и воды. Закись азота вызывает автокатализ процесса разложения амселитры, что может привести к взрыву.

При нагревании аммиачной селитры до 220 - 240°С распад соли в отдельных случаях может вызвать вспышку расплавленной массы соли. Смесь аммиачной селитры с измельченным древесным углем при нагревании способна воспламеняться.

При попадании на кожу амселитра вызывает раздражение, особенно при наличии трещин и мелких ран на коже.

Производство аммиачной селитры характеризуется следующими опасностями:

–получение в аппаратах растворов и плава аммиачной селитры в определенных условиях подверженных терморазложению, которое может перейти во взрыв;

–хранение на складе больших масс готового продукта, возможность его разложения при высоких температурах или загрязнениях некоторыми примесями, возможность в определенных условиях перехода разложения во взрыв;

–применение в качестве сырья азотной кислоты, нитрата магния, аммиака, отличающихся токсичными свойствами, причем аммиак способен образовывать с воздухом взрывоопасные смеси;

–применение разнообразных транспортных механизмов, погрузочного и другого механического и энергетического оборудования, неосторожное обращение с которыми может привести к механическим и электротравмам;

–применение газообразного азота для продувки от аммиака трубопроводов и аппаратов, неосторожное обращение с которыми может привести к удушью от недостатка кислорода при проведении работ внутри аппарата или трубопровода.

11.3. Классификация производства

Производство аммиачной селитры относится к категории вредных производств с повышенной опасностью профессиональных заболеваний и производственного травматизма.

Разработка и внедрение комплекса организационно-технических мероприятий направленных на улучшение условий труда, исключающих выделение вредных веществ в рабочую зону производственных помещений, ограничивающих доступ в опасные для здоровья места. Введение новых технологий, автоматизация контроля за технологическим процессом, комплексная автоматизация процессов, связанных с повышенной опасностью - главные пути уменьшения и полной ликвидации травматизма и профессиональных заболеваний.

Таблица 22

Количественная оценка взрывоопасности технологических блоков, входящих в схему производства, в соответствии с ОПВБ-8

Наименование блока, аппарата	Позиции запорной арматуры, являющейся границами блока	Относительный энергетический потенциал взрывоопасности	Общая приведённая масса ПГС блока	Категория взрывоопасности блока	Частные коэффициенты взрывоопасности блоков					
					К1	К2	К3	К4	К5	К6
Отделитель-испаритель аммиака	Эл. задвижка HVSA 18 Клапан PRCA1	10,4	111	3	0,71	0,13	0,18	0,1	0,93	0,26
Подогреватель аммиака	Клапан PRCAS1 Эл.задвижка 1.2 HVAS1	10,1	101	3	0,71	0,13	0,18	0,1	0,93	0,26

Таблица 23

Классификация производственных помещений по взрывопожароопасности, электробезопасности и санитарным нормам

Наименование отделения, цеха,установки	Категория взрывопожароопасности	Классификация помещений, наружных установок по электрооборудованию (ПУЭ-85)		Группа производ-ственных процессов по санитарной характеристике по СНиП 2.09.04-87
		Класс помещения по правилам устройства электроустановок	Категория и группа взрывоопасных смесей по правилам изготовления взрывозащищённого оборудования	
1 . Нейтрализация и упарка:				
а) корпус 752/1, 752/2 (этажерка)	А	В-Iг	ПАТ1	III-а
б) корпус 752/1, 752/2 (насосная плава)	В	П-II		III-б
2. Грануляция плава и охлаждение продукта				
а) корпус 751/1, 751/2 (надстройка для размещения грануляторов)	В	П-II		III-б
б) корпус 751/1, 751/2 (отделение охлаждения продукта)	В	П-II		II-г
3 . Установка обработки гранул диспергатором к. 753	В	П-II		II-г
4. Поддон хранилища магнезиальной добавки,к 758	Д	Не взрывоопасное, непожароопасно		III-а
5. Корпус 755 (насосная)	Д	Не взрывоопасное, не пожароопасно		III-а
6. Склад амселитры насыпью, к. 753	В	П-II		II-г
7. Упаковочное отделение	В	П-II		II-г
8. Насосная станция пожаротушения, к. 762	Д	Не взрывоопасное, не пожароопасно		III-б
9. Склад мешкотары, к.756	В	П-II		II-г

Для исключения или уменьшения заноса вредных веществ в жилой район ветрами других направлений, отличающихся от преобладающих, между

предприятием и селитебным районом предусматривают защитную санитарную зону. Ширину санитарно-защитной зоны определяют в зависимости от вида производства, выделяемых вредных веществ и условий технологического процесса в соответствии с требованиями СН 245-71.

Классификация предприятий, производств и объектов устанавливает пять классов минимальных санитарно-защитных зон: I -1000 м; II - 500 м; III - 300м; IV - 100м; V-50м.

Производство аммиачной селитры относится к первому классу производства, поэтому ширина санитарно-защитной зоны – 1000 метров.

11.4. Мероприятия по технике безопасности

Разработка и внедрение комплекса организационно-технических мероприятий, направленных на улучшение условий труда, исключающих выделение вредных веществ в рабочую зону производственных помещений, ограничивающих доступ в опасные для здоровья места, введение новых технологий, автоматизация контроля за технологическим процессом, комплексная автоматизация процессов, связанных с повышенной опасностью - главные пути уменьшения и полной ликвидации травматизма и профессиональных заболеваний.

Аммиачная селитра относится к пожароопасным продуктам. Основными условиями, обеспечивающими безопасность ведения технологического процесса производства аммиачной селитры, являются: исправное состояние оборудования, включая контрольно-измерительные и регулирующие приборы, системы автоматической блокировки и сигнализации; строгое соблюдение норм технологического режима, требований технологического регламента и инструкций по рабочим местам, а также инструкции по технике безопасности, пожарной безопасности и производственной санитарии.

Нарушение нормального технологического режима и правил техники безопасности во время работы, при остановке на ремонт,

кратковременных и аварийных остановках, при пуске оборудования в эксплуатацию может привести:

- к нарушению плотности соединений коммуникаций, машин, аппаратов;

- выбросу аммиака, кислот, растворов и плава амселитры в помещения и окружающую среду с загрязнениями, взрывами и отравлениями;

- получению ожогов раствором и плавом амселитры, паром или конденсатом; получению механических травм и поражению электротоком.

Условия, обеспечивающие предотвращение возможности разложения, взрыва плава или раствора аммиачной селитры:

1. Раствор аммиачной селитры, поступающий в выпарной аппарат, должен иметь щелочную среду с массовой концентрацией аммиака 0,1- 0,5 г/л.

2. Предельное значение температуры в выпарном аппарате 185°С. при достижении температуры 190°С срабатывает блокировка (T_{max} = 190°С).

3. Предельное значение температуры насыщенного пара давлением 1,2-1,4 МПа (12-14 кг/см^2) – 197°С. При достижении температуры 200°С срабатывает блокировка (T_{max} = 200°С).

4. Исключение застоя плава или раствора аммиачной селитры в трубопроводах и аппаратах.

5. Исключение загрязнения раствора аммиачной селитры любыми примесями.

6. Запрет на перекачивание закисленного плава аммиачной селитры погружным насосом наверх грануляционной башни, поддержание массовой концентрации NH_3 в плаве амселитры 0,08–0,35 г/л и предельной температуры перекачиваемого плава не выше 185°С. При достижении температуры 190°С должна срабатывать блокировка (T_{max} =190°С).

7. Применять для смазки подшипников ходовой части погружных насосов только смазку ВНИИ НП-282(ТУ-38-101-274-7).

8. Перекачивание плава амселитры по трубопроводу специальной конструкции, предотвращающей детонацию всей массы плава в случае его

разложения.

9. Использование электрооборудования в соответствии с классом помещения по ПУЭ, питания электроэнергией потребителей производства, а также приборов КИП и А от двух независимых источников с устройством автоматического ввода резерва (АВР).

10. Исключение работ с открытым огнем в производстве аммиачной селитры, проведение огневых работ на территории, в помещении производства только после оформления «Единого наряда-допуска на проведение работ», который должен быть утвержден начальником цеха.

11. Систематический контроль за неисправностью зануления электрооборудования и аппаратуры. Заземление электрооборудования, защита от статического электричества технологического оборудования и трубопроводов должны быть выполнены с учетом требований, изложенных в правилах и нормах.

12. Автоматизация технологического процесса производства, контроль и управление производством.

13. Проверка перед началом работы исправности каждого аппарата и соответствия его паспортных данных требованиям технологического режима, проверка исправности и готовности к работе запорной и регулирующей арматуры, трубопроводов.

Весь обслуживающий персонал цеха во время работы должен иметь спецодежду, предусмотренную действующими инструкциями и нормами, и иметь при себе защитные средства. Защитные средства, применяемые в производстве аммиачной селитры:

–фильтрующий противогаз для защиты от окислов азота и азотной кислоты - марка «В» (коробка желтого цвета), «БКФ» (коробка защитного цвета) или «СМФ» (коробка желтого цвета);

–фильтрующий противогаз для защиты от аммиака марка «КД» (серая коробка), «2К» (синяя коробка);

– противопылевой респиратор для защиты от пыли аммиачной селитры;

– защитные очки или специальные полумаски из прозрачного материала для защиты от брызг раствора, плава аммиачной селитры, пара, парового конденсата, кислот и растворов;

– защитные рукавицы;

–шланговые противогазы марки ПШ-1, ПШ-2 для работы внутри аппаратов.

Персонал без спецодежды и защитных приспособлений к работе не допускается. Комплекты аварийных противогазов, дежурной спецодежды, аккумуляторных фонарей должны храниться в специальных ящиках и местах, доступных в случае возникновения аварийных ситуаций.

Спецодежда должна регулярно обеспыливаться, перед стиркой обезжириваться, стираться и ремонтироваться.

При тушении аммиачной селитры необходимо находиться с наветренной стороны, пользоваться противогазом марки «В» (желтая коробка), а при больших концентрациях окислов азота - шланговыми противогазами при условии забора воздуха в чистой зоне.

Для обеспечения безопасности ведения процесса выпаривания слабого раствора амселитры необходимо провести расчёт предохранительного клапана, установленного на трубопроводе насыщенного пара после регулирующего клапана в узле редуцирования.

Исходные данные:

Среда	насыщенный пар
Давление до регулирующего клапана	1,4 МПа
Давление после регулирующего клапана	0,84 МПа
Температура рабочая	200°С
Давление открывания предохранительного клапана	0,92 МПа

Повышение давления до 0,92 МПа в трубопроводе после регулирующего клапана возможно при его полном открытии без отбора пара.

Пропускная способность регулирующего клапана типа 25С48НЖ (НЗ) $Д_у$25 $Р_у$64, установленного на трубопроводе насыщенного пара:

$$G = B \cdot K_v \cdot \sqrt{\Delta P \cdot j} = 0{,}733 \cdot 16 \cdot \sqrt{(14-9{,}2) \cdot 7{,}4/1000} = 2330{,}9 кг/час$$

где B - коэффициент, учитывающий расширение среды;

K_v – коэффициент пропускной способности;

ΔP – перепад давления на клапане, кгс/см^2;

j – плотность насыщенного пара при рабочем давлении, кг/м^3.

Пропускная способность предохранительного клапана типа СППК4р-100-16 $Д_у$100 $Р_у$16 (расчёт по ГОСТ 24570-81 "Клапаны предохранительные паровых и водогрейных котлов"):

G = B`·α·F·(P + 1) = 0,51· 0,36 · 1962,5 · (9,2 + 1) = 3675,2 кг/час

где B` – коэффициент, учитывающий физико-химические свойства пара при рабочих параметрах открывания предохранительного клапана;

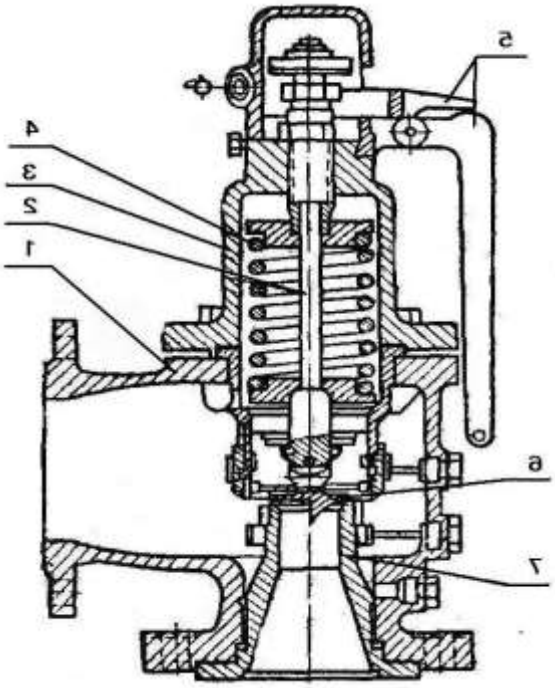
α – коэффициент расхода предохранительного клапана;

F – расчётная площадь сечения предохранительного клапана, мм^2;

P – давление открывания пред. клапана, кгс/см^2.

Пропускная способность предохранительного клапана больше, чем регулирующего, следовательно предохранительный клапан типа СППК4р-100-16 $Д_у$100 $Р_у$16 обеспечит безопасность работы технологического оборудования.

Клапан предохранительный пружинный



1–корпус; 2 шток; 3–крышка; 4–пружина; 5–рычаги; 6–золотник; 7–седло.

Рис. 5

11.5. Санитарно - технические мероприятия

1. В местах возможного выделения вредных паров, газов и пыли амселитры предусмотрены общеобменная вентиляция и местные отсосы.

2. Помещения, где проводятся работы с токсичными веществами, оборудованы приточно - вытяжной вентиляцией, аппараты имеют местные вентиляционные отсосы, оборудование герметизировано, работа технологического оборудования при выключенной вентиляции запрещается.

3. На случай течи растворов амселитры из аппаратов и коммуникаций предусмотрен организованный отвод этих проливов с перекрытий, футерованных кислотоупорным материалом и выполненных в виде поддонов, в специальную емкость, где нейтрализуются, а затем направляются в заводскую сеть очистки.

4. Для безопасности работ в вечернее и ночное время предусмотрено общее освещение рабочих площадок и переходов.

5. Для работы в емкостях и аппаратах применяются переносные светильники напряжением 12 В с разделительным трансформатором.

6. Для отдыха и личных надобностей, санитарно - гигиенических мероприятий предусмотрен бытовой блок, расположенный рядом с производственным корпусом.

11.6. Противопожарные мероприятия

Условия, обеспечивающие противопожарную безопасность производства:

1.Точное соблюдение технологического режима, правил внутреннего распорядка, строгое соблюдение противопожарного режима.

2.Поддержание всех средств пожаротушения, пожарное оборудование и инвентарь в исправном состоянии, обеспечение к ним свободного доступа.

3.Применение для тушения аммиачной селитры воды, применение других средств запрещается.

4.Использование пожарного оборудования, инвентаря не по прямому назначению запрещается.

5.Курение на территории производства и в рабочих помещениях разрешено в специально отведенных местах, снабженных надписью «Место для курения» и оборудованные урнами с водой.

6.Производство сварочных работ с соблюдением необходимых противопожарных мероприятий, при наличии «Единого наряда-допуска на проведение огневых работ», который должен быть утвержден начальником цеха.

7.Оборудование производственных помещений внутренним противопожарным трубопроводом с установкой пожарных кранов во всех помещениях, лафетными установками пожаротушения, дренчерной установкой.

8.Возможность эвакуации производственного персонала из помещений по лестничным клеткам и наружным пожарным лестницам.

9.Укомплектование производственных, вспомогательных, бытовых и служебных помещений необходимыми средствами пожаротушения: огнетушителями, ящиками с песком, асбестовым полотном в соответствии с «Правилами пожарной безопасности при эксплуатации предприятий химической промышленности ВНЭ 5-79».

10.Обеспечение надежной работы дренчерной установки пожаротушения.

К первичным средствам пожаротушения относятся внутренние пожарные краны, различного типа огнетушители, песок, войлок, кошма, асбестовое полотно. Применяются первичные средства для тушения небольших очагов пожара.

В соответствии с требованиями ГОСТ 12-1.004.-85 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования» все производственные помещения и склады обеспечиваются первичными средствами пожаротушения.

Внутренний пожарный кран - элемент внутреннего пожарного водопровода. Располагается на высоте 1,35 м от пола на лестничных клетках у входов, в коридорах. Пожарный кран снабжен рукавом диаметром 50 мм, длиной 10 или 20 м. В помещении расположено два пожарных крана. Расход воды на работу внутренних пожарных кранов принимается, исходя из условия подачи воды на одну или две струи. Производительность каждой не менее 205 л/с.

К стационарным системам пожаротушения относятся установки, в которых все элементы смонтированы и находятся постоянно в готовности к действию.

Стационарные установки пожаротушения имеют автоматическое или дистанционное включение и одновременно выполняют функции автоматической пожарной сигнализации.

Установка водяного тушения пожаров состоит из сети трубопроводов и оросителей для подачи воды к очагу загорания - спринклерных головок.

На предприятии применяется СНиП 2.04.09-84 «Пожарная автоматика зданий и сооружений», которые нормируют интенсивность орошения водой очага горения в пределах от 0,12 л/с·м^2 до 0,3 л/с·м^2, а площадь, защищаемую одним спринклером оросителем, от 0 до 12 м^2 в зависимости от группы защиты.

Таблица 24

Пожароопасные состояния производства и их устранение

Вид или проявление аварийного состояния	Возможные последствия	Действия персонала по предотвращению или устранению аварийного состояния и пункты регламента

1.Возникновение пожара	Возможность разложения или взрыва плава амселигры	1.Дистанционно из ЦПУ отключить производственную вентиляцию нажатием кнопки КП на крышке пульта 2.Вызвать пожарную команду по телефону (20-01,80-01) или по пожарному извещателю. 3.Вызвать скорую помощь по телефону 80-03 4.Вызвать, если необходимо, газоспасательный отряд. 5.Сообщить диспетчеру объединения и руководству цеха о пожаре 6. Остановить агрегат согласно инструкциям по рабочим местам. 7.До прибытия пожарной команды приступить к тушению пожара согласно «Плану ликвидации аварийных ситуаций
2. Повышение температуры в бурте амселитры на складе насыпи	Возможность взрыва амселитры	Немедленно проверить правильность показаний температуры. Осмотреть поверхность бурта. Начать немедленную разборку или перелопачивание с помощью кратцер-кранов. Немедленно в очаг разложения подать воду.

При тушении аммиачной селитры необходимо находиться с наветренной стороны, пользоваться противогазом марки «В» (желтая коробка), а при больших концентрациях окислов азота - шланговыми противогазами при условии забора воздуха в чистой зоне.

В случае возникновения пожара в очаг разложения должна быть предусмотрена подача большого количества воды. Применение любых других средств (в том числе огнетушителей и водяного пара) при пожаротушении недопустимо. Из помещений, в которых возник пожар, должен быть обеспечен свободный выход продуктам горения, а также интенсивный отвод тепла.

При эвакуации людей соблюдаются следующие требования: расстояние от наиболее удаленного рабочего места до выхода наружу и на лестницу кратчайшее; пути движения людских потоков не пересекаются и не встречаются. Расстояние от наиболее удаленного рабочего места до ближайшего эвакуационного выхода определено по СНиП П-М.2-72, минимальное расстояние 75 м. Производство относится к категории В.

Ширина прохода – 1,5 м, коридоров – 1,4 м, дверей – 1м, маршей и площадок лестниц – 1,05м. Наружные открытые лестницы, предназначенные для эвакуации людей – стальные, ширина – 0,8 м, ограждения высотой 0,8 м. С

помещениями сообщаются через площадки и балконы на уровне эвакуационных выходов.

12. СТРОИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ

12.1. Климатическая характеристика

Площадка Березниковского ОАО «Азот» расположена на границе холодного и умеренного климатов.

Основные климатические данные характеризуются сравнительно большим количеством атмосферных осадков, высокой влажностью воздуха, резкой разницей летних и зимних температур, значительной глубиной снежного покрова.

Среднегодовое количество осадков -338 мм.

Глубина промерзания грунта: средняя -126,4 см; наибольшая-157,0 см; наименьшая -100мм.

Глубина снежного покрова 0,6-1,0 м. Устойчивый снеговой покров устанавливается в конце ноября и держится до середины апреля. Относительная влажность воздуха самого холодного месяца - 83%, самого теплого - 57%.

Абсолютная минусовая температура –48°С; максимальная плюсовая - + 48°С.

12.2. Генеральный план площадки цеха аммиачной селитры

Генеральный план - это важная составная часть проекта промышленного комплекса. Проектирование генплана произведено в соответствии со СНиП II 89-90.

Генплан цеха 3-А представляет собой вычерченную в масштабе схему промплощадки с существующими зданиями и сооружениями, основными автомобильными и железнодорожными дорогами, благоустройством и озеленением. Эксплуатация зданий и сооружений, технологических площадок принята согласно технологического процесса. Площадку можно разделить на производственную и складскую. Производственная зона располагается в центральной части площадки цеха. В пределах этой зоны размещены здания и сооружения, где получают минеральное удобрение - аммиачную селитру.

Здание цеха расположено на участке с учетом направления господствующих ветров и уменьшения снегозаноса транспортных пути. Складскую зону размещают около внешних границ предприятия с учетом эффективного использования железнодорожного и автомобильного транспорта для вывоза и подвоза готового продукта и сырья. Все основные сооружения связаны между собой дорогами с асфальтным покрытием. Ширина проезжей части -1,5 м. Рельеф местности - спокойный. Площадка имеет грунтовые условия:

1.Верхний – тонкозернистый песок, слой 0,7м;

2.Нижний – мелкозернистый песок, слой 3 м, под которым залегает гравий с заполнением песка.

Допустимое давление на грунт принято 2 кгс/см^2.

12.3. Характеристика производственных зданий и сооружений

Цех по производству аммиачной селитры – промышленное здание основного производственного назначения II класса. Долговечность 50-100 лет. Цех построен на площадке ОАО «Азот».

В цехе есть приточная и вытяжная вентиляция, водопровод, система канализации. Здание цеха неотапливаемое, температура внутреннего воздуха соответствует внешней. Для технологических нужд используется пар P=1,4 МПа, t=200°C. Все трубопроводы и запорно-регулирующая арматура тепловых узлов изолируется матами минераловатными прошивными ГОСТ21880-86 марки 125, δ=15 мм (СНиП 2.04.14-88).

12.4. Водоснабжение и канализация

Системой водоснабжения называют комплекс сооружений, предназначенных для получения воды из природных источников, её очистке, хранения и подачи потребителю. Воду транспортируют от источников к объектам потребления по водопроводам. По назначению системы водоснабжения подразделяют на производственные и противопожарные. Хозяйственно – питьевое водоснабжение обеспечивает подачу доброкачественной воды для хозяйственно – бытового потребления.

Производственное водоснабжение – подача воды для технических, технологических целей – промывку, охлаждение, использование в технологических процессах.

Противопожарное водоснабжение предназначается для ликвидации пожаров на предприятии. Важнейшей арматурой наружного противопожарного водопровода является пожарный гидрант, который необходим для отбора воды при тушении пожара, к нему присоединяют пожарные колонны. Необходимый напор воды можно определить в метрах водного столба по формуле:

H=32+T, где T – высота здания.

Ввод хозяйственной и питьевой воды осуществляется по трубам диаметром 500мм.

Канализация – это комплекс инженерных сооружений, предназначенных для приема и транспортирования сточных вод к очистным сооружениям, их очистке, выпуска очищенных вод в водоем.

Канализационная сеть цеха состоит из:

- внутрицеховых канализационных сетей, отводящих стоки самотеком в более крупные заводские сети или очистные сооружения;
- сооружений для очистки сточных вод;
- устройств для выпуска воды в водоем.

Отработанная вода отводится в канализацию условно-чистых вод. Гидравлический расчет канализационных труб диаметром до 150 мм, канализационные выпуски из зданий подлежат проверке на выполнение условия:

$$\upsilon = \sqrt{\frac{h}{d}} \geq 0{,}6 \text{ м/с},$$

где υ – скорость движения жидкости;

h/d-наполнение диаметра;

$\upsilon = \sqrt{\frac{40}{100}} = 0{,}63 м/с$, что соответствует условию (СНиП II 30-76).

12.5. Описание конструкции сооружения

По конструктивному решению - металлическая этажерка.

Фундамент здания - железобетонные сваи и монолитный ростверк, под подошвой которого щебеночная подготовка, тщательно пропитанная битумом, им же покрыт фундамент.

Колонны - металлические двутаврового сечения.

Межэтажное перекрытие - металлический пол с монолитным железобетонным перекрытием и металлом.

Настил лестниц - металлический.

12.6. Компоновка оборудования в агрегате

Технологическое оборудование стадий нейтрализации и выпаривания располагается на открытой металлической этажерке. В закрытом помещении на нулевой отметке установлено только насосное оборудование и нагнетатель воздуха.

Основное и вспомогательное оборудование расположено на открытых отметках:

два параллельно работающих аппарата ИТН находятся на отметке +16,000;

выпарной аппарат находится на трех отметках: +6,800, +12,000, +16,000;

подогреватели азотной кислоты на отметке +6,800;

донейтрализаторы на отметках: +6,800, +12,000, +16,000;

проектируемая выпарная установка для концентрации слабого раствора амселитры, греющая камера и сепаратор, на отметке +6,800.

13. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

13.1. Введение

Гранулированная аммиачная селитра производится главным образом для сельского хозяйства, где она применяется как простое азотное удобрение или используется в качестве азотосодержащего компонента для приготовления комплексных удобрений. В гораздо меньших масштабах её применяют для технических целей. Но, благодаря своей дешевизне и высокой эффективности, простейшие взрывчатые вещества, созданные на основе гранулированной аммиачной селитры и дизельного топлива, нашли широкое применение в горном деле, как для открытых, так и для подземных работ.

Спрос на гранулированную амселитру отличает широкий диапазон основных характеристик, которые позволяют точно учитывать требования потребителей. Высокое качество продукции обеспечивает ее реализацию как на внутреннем, так и на внешнем рынках.

Структура рынка, на котором осуществляет свою деятельность ОАО «Азот» - монополистическая конкуренция. Монополистическая конкуренция осуществляется тогда, когда много продавцов конкурируют, чтобы продавать дифференцированный продукт на рынке, где возможно появление новых продавцов. Рынок сбыта минеральных удобрений является таковым.

За 2003 год потребителям было отгружено 817,7 тыс. тонн аммиачной селитры. По сравнению с предыдущим годом объём поставок вырос на 12,9% в натуральном выражении и на 28% – в денежном. Доля поставок на экспорт в общем объёме производства аммиачной селитры составляет 57,3% – это на 6% ниже, чем в предыдущем году, но соответственно возросла доля поставок на внутренний рынок.

Доля Березниковского ОАО «Азот» среди российских производителей аммиачной селитры составляет 12,6% (третье место по объёму производства). Спрос на аммиачную селитру на внутреннем рынке имеет сезонный характер.

Приоритетные направления поставок аммиачной селитры ГОСТ 2-85 на внутренний рынок – Татарстан, Тюменская, Свердловская, Калининградская, Пермская, Ленинградская, Иркутская, Курганская, Нижегородская области, Удмуртия, Карелия, Якутия, регионы Северного Кавказа.

Колебания спроса на внутреннем рынке сглаживаются экспортными поставками. География поставок аммиачной селитры на экспорт достаточно широка. Аммиачная селитра в 2003 году была поставлена в 19 стран. Наиболее перспективными для ОАО «Азот» являются рынки Казахстана, Киргизии, Латинской Америки, Турции, Польши, Латвии, Литвы, некоторых европейских стран.

Высокое качество продукции ОАО «Азот» отмечено международным призом International Gold Star - это укрепило позиции предприятия на мировом рынке и помогает ему в установлении деловых контактов.

Производство амселитры в Березниках по сравнению с производствами других городов проигрывает в географическом положении. Удаленность от внешних границ, отсутствие разветвленной сети железных дорог, и как следствие высокие железнодорожные тарифы влекут за собой и высокую цену продукта.

Ключевым фактором рыночного успеха на гранулированную аммиачную селитру является ее высокое качество (рассыпчатость и продолжительность хранения), которое обеспечивает конкурентоспособность на мировом рынке.

Главным направлением развития ОАО «Азот» является повышение конкурентоспособности предприятия путем совершенствования систем управления и улучшения качества продукции, технического перевооружения производства, расширения ассортимента продукции, ориентации на потребителей и удовлетворения их потребностей и ожиданий. Березниковскому ОАО “Азот” составляют конкуренцию АО “Невиномыск Азот”, АО “Куйбышев Азот”, Новгородское ОАО “АКРОН”, Череповецкое ПО “Азот”.

13.2. Технико - экономический анализ производства амселитры

Принципиальная схема производства аммиачной селитры на ОАО «Азот»

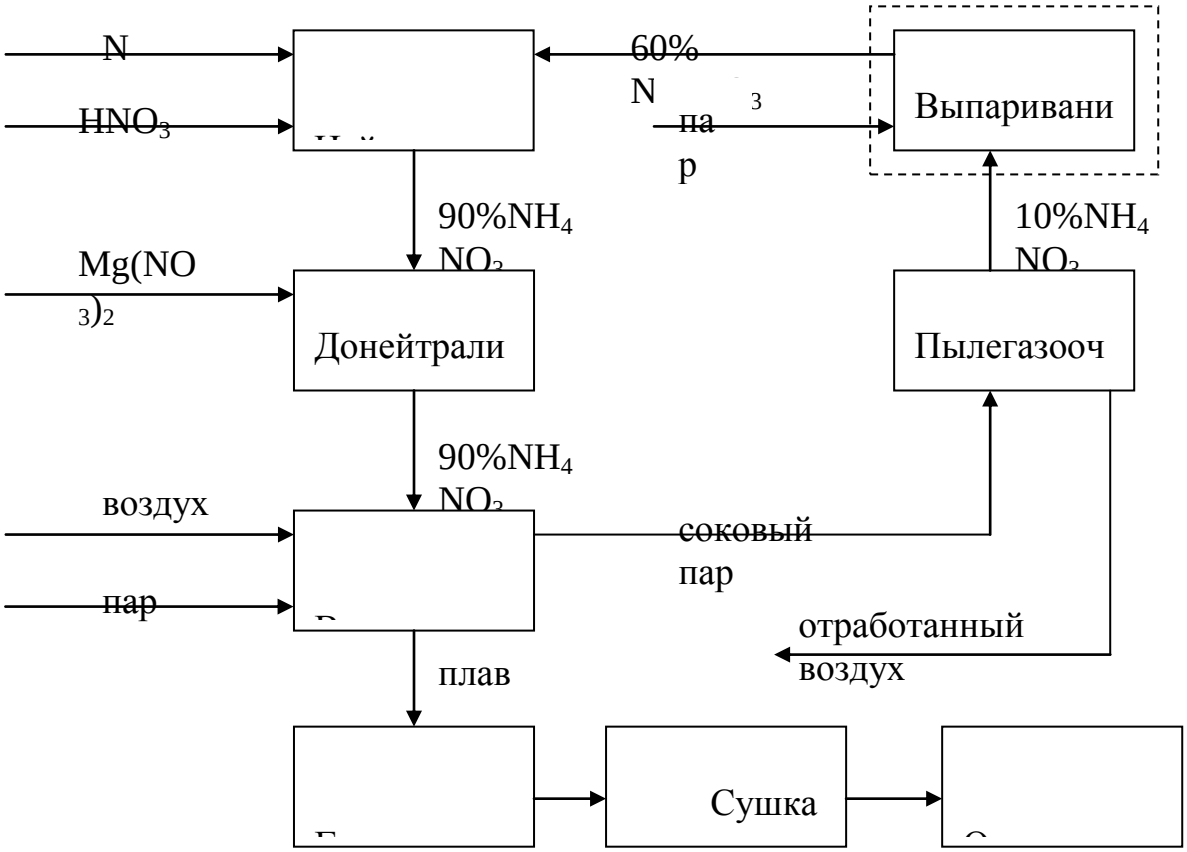


Рис. 6

Таблица 25

Технико-экономическое обоснование решений дипломного проекта

Недостатки существующей схемы производства	Характер влияния этих недостатков на ТЭП производства	Возможные варианты ликвидации недостатков	Выбранный вариант и его влияние на ТЭП производства
1	2	3	4
Периодический сброс 10%-го раствора амселитры вследствие его накопления на стадии пылегазоочистки.	Невозможность использования раствора слабой концентрации. Потери исходного сырья: аммиака и азотной кислоты.	Установка выпарного аппарата для концентрации слабого раствора амселитры и возврат упаренного раствора в процесс.	Снижение себестоимости амселитры за счёт снижения расходных коэффициентов: аммиака - на 0,3 кг/т, азотной кислоты - на 2 кг/т, использования возвратных отходов; увеличение расхода пара для выпаривания слабого раствора на 0,007 Гкал/т.

13.3. Расчёт производственной мощности

Производственная мощность – максимально возможный годовой объём выпуска продукции при заданных номенклатуре и ассортименте с учётом наилучшего использования всех ресурсов, имеющихся на предприятии.

Производство гранулированной амселитры относится к типу непрерывных производств. Основным оборудованием в цехе являются 4 реактора–нейтрализатора (ИТН), поэтому расчет ведем по их производительности.

Производственная мощность цеха аммиачной селитры:

$$M = T_{эф} \times n \times q,$$

где n = 4 – количество ИТН в цехе;

q = 40 т/час – производительность одного ИТН;

$T_{эф}$ – эффективный фонд времени работы ИТН (час.).

При непрерывном производстве:

$$T_{эф} = T_{кал} - T_{ППР} - T_{НТО},$$

где $T_{кал}$ = 365·24 = 8760 ч. – календарный фонд времени работы оборудования;

$T_{НТО}$ – время неизбежных технологических остановок (час);

$T_{ППР}$ – время планово-предупредительных ремонтов (час).

Время ППР рассчитывается на основании ремонтных нормативов на текущий и капитальный ремонт, которые состоят из времени межремонтного пробега и времени нахождения оборудования в этом ремонте:

К = 7817/790; Т = 1302/400.

а) количество ремонтов за один ремонтный цикл:

$$N_{рем} = \frac{\text{время межремонтн ого пробега кап. ремонта}}{\text{время межремонтн ого пробега ттекущег ремонта}} = \frac{7817}{1302} = 6\,рем.$$

б) за один ремонтный цикл осуществляется один капитальный ремонт, т.е. $N_{кап}$=1; следовательно количество текущих ремонтов:

$$N_{тек} = N_{рем} - N_{кап.} = 6 - 1 = 5 \text{ рем.}$$

заказать компетентное выполнение дипломной работы на https://diplom-berezniki.ru

Ремонтная формула: 1К+5Т

в) длительность ремонтного цикла:

$$Д_{р.ц.} = \frac{T_{р.ц.}}{T_{кал}} = \frac{7817}{8760} = 0{,}89 года$$

где $T_{р.ц}$ – пробег между кап. ремонтами (час.);

г) время простоя оборудования в ППР за ремонтный цикл:

$$T_{ППР}^{р.ц.} = 1T_к + 5T_Т = 790 + 5 \cdot 400 = 2790 час/цикл.$$

д) среднее время простоя в ППР за год определяем по формуле:

$$T_{ППР} = \frac{T_{ППР}^{р.ц.}}{Д_{р.ц.}} = \frac{2790}{0{,}89} = 3135 час/год$$

$T_{НТО}$ = 0 – не предусмотрены

$T_{эф}$ = 8760 – 3135 = 5625 часов.

М = 5625·4·40 = 900000 т/год

13.4. Планирование инвестиций на реконструкцию цеха аммиачной селитры

Под инвестициями в широком смысле понимаются денежные средства государства, предприятий и физических лиц, направляемых на создание, обновление основных фондов, расширение действующих производственных мощностей (реальные), а также на приобретение акций, облигаций и других ценных бумаг и активов (портфельные).

Реальные инвестиции или капитальные вложения предприятия – это затраты на приобретение, монтаж и наладку машин и оборудования.

По направлению использования капитальные вложения относятся к производственным вложениям.

По формам воспроизводства основных фондов капитальные вложения на реконструкцию и техническое перевооружение действующих предприятий.

По источникам финансирования капитальные вложения относятся к децентрализованным (источником финансирования являются источники предприятия).

заказать компетентное выполнение дипломной работы на https://diplom-berezniki.ru

План реальных инвестиций

Планированию инвестиций на предприятии должен предшествовать глубокий анализ экономического обоснования направлений капитальных вложений.

Рассчитаем общую сумму реальных инвестиций. Расчет общей суммы реальных инвестиций производим по следующей методике:

Таблица 26

Расчет затрат и амортизационных отчислений на технологическое оборудование

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во	Оптовая цена оборудования руб.	Общая сумма затрат на приобретение оборудования, руб.	Амортизационные отчисления	
					Норма, %	Сумма руб.
1	2	3	4	5=3×4	6	7=5×6 /100
	Выпарная установка	1	625000	625000	10	62500
	Итого стоимость оборудования по оптовым ценам			625000		62500
	Транспортные расходы 10%			62500		
	Монтаж оборудования 10%			62500		
	Всего стоимость технологического оборудования			750000	10	75000

Таблица 27

Смета прочих капитальных затрат

№ п/п	Наименование затрат	Укрупненный норматив для расчета, %	Сумма, руб.	Амортизационные отчисления	
				Норма %	Сумма руб.
1	Прочие затраты	6	45000	10	4500
	Всего		45000		4500

Демонтаж оборудования не предусматривается и ликвидационная стоимость отсутствует.

Таблица 28

Сводная смета капитальных затрат на реконструкцию цеха аммиачной селитры

№ п/п	Наименование затрат	Сумма, руб.	Амортизационные отчисления		Источник данных
			Норма, %	Сумма, руб.	
1	2	3	4	5	6

№ п/п	Наименование затрат	Сумма, руб.	Амортизационные отчисления		Источник данных
			Норма, %	Сумма, руб.	
1	2	3	4	5	6
1	Затраты на технологическое оборудование	750000	10	75000	Табл. 17

Продолжение табл. 28

1	2	3	4	5	6
2	Прочие капитальные затраты	45000	10	4500	Табл. 18
3	Итого $К_{рек}$ (для расчета стоимости основных фондов, финансирования и расчета экономической эффективности)	795000	10	79500	

Таблица 29

Стоимость основных фондов и сумма амортизационных отчислений цеха аммиачной селитры

Наименование групп ОПФ	До реконструкции			После реконструкции		
	Стоимость, руб.	Амортизационные отчисления		Стоимость, руб.	Амортизационные отчисления	
		Норма, %	Сумма, руб.		Норма, %	Сумма, руб.
Здания, сооружения	43950000	2	879000	43950000	2	879000
Оборудование	41800000	10	4180000	42595000	10	4259500
Итого	85750000		5059000	86545000		5138500

13.5. Расчёт себестоимости аммиачной селитры

Себестоимость продукции представляет выраженные в денежной форме текущие затраты предприятия на производство и реализацию продукции.

Различают следующие виды себестоимости:

– Цеховая – затраты цеха, связанные с производством продукции;

– Производственная–цеховая себестоимость плюс общехозяйственные расходы;

– Полная – производственная плюс внепроизводственные расходы (коммерческие расходы).

Основным документом, которым необходимо руководствоваться при формировании себестоимости продукции на предприятии, является «Положение о составе затрат по производству и реализации продукции (работ, услуг) и о порядке формирования результатов, учитываемых при налогообложении прибыли», утвержденное постановлением Правительства РФ от 5 августа 1992 г. № 552 и последующими дополнениями и изменениями.

Для внутрипроизводственного планирования и выявления снижения себестоимости продукции применяется классификация затрат:

- По калькуляционным статьям:

1. сырье и материалы;
2. возвратные отходы (вычитаются);
3. покупные изделия и полуфабрикаты;
4. топливо и энергия на технологические цели;
5. заработная плата основных производственных рабочих;
6. отчисление на социальные нужды;
7. расходы на освоение и подготовку производства;
8. общепроизводственные расходы;
9. прочие производственные расходы;
10. коммерческие расходы.

- По отношению к объему производства:

1. Переменные (условно-переменные) – затраты, которые изменяются прямо пропорционально изменению объема производства;

2. Постоянные (условно-постоянные) – затраты, которые не изменяются или изменяются незначительно в зависимости от изменения объема производства.

С увеличением объема производства и реализации продукции себестоимость единицы продукции снижается за счет снижения условно-постоянных расходов на единицу продукции

- По способу отнесения на себестоимость отдельных видов продукции:

1. Прямые затраты – прямо и непосредственно связанные с изготовлением продукции, рассчитываются на основе норм;

2. Косвенные затраты связаны с работой цеха, предприятия в целом; относят на себестоимость пропорционально принятой базе.

Для расчета себестоимости единицы продукции составляется калькуляция затрат.

Калькуляции бывают сметные, плановые, нормативные.

Сметная калькуляция составляется на изделия или заказ, которые выполняются в разовом порядке.

Плановая калькуляция (годовая, квартальная, месячная) составляется на освоенную продукцию, предусмотренную производственной программой.

Нормативная калькуляция – отражает уровень себестоимости продукции, исчисленной по нормам затрат, действующим на момент ее составления. Она составляется в тех производствах, где существует нормативный учет затрат на производство.

13.5.1. Расчёт трудовых затрат

Определение общего фонда заработной платы (ФЗП) состоит из следующих этапов:

1. Составление графика сменности;
2. Определение сменооборота;
3. Составление нормативного баланса рабочего времени;
4. Расчет ФЗП
5. Распределение ФЗП.

Так как производство аммиачной селитры является непрерывным, то длительность одной смены для основных рабочих составляет 12 часов в сутки. Вспомогательные рабочие, ремонтный персонал и специалисты работают 5 дней в неделю по 8 часов в день.

Таблица 30

График сменности

дни / смена	1	2	3	4	5	6	7	8
1	В	В	1	1	В	В	2	2
2	1	1	В	В	2	2	В	В
3	2	2	В	В	1	1	В	В

4	В	В	2	2	В	В	1	1

Сменооборот составляет 8 дней, из них 4 рабочих дня и 4 выходных.

Среднее число дней в месяце:

$Д_{мес} = Т_{кал} / 12 = 365/12 = 30,4$ дня

Количество рабочих дней в месяце:

$$Д_{раб} = \frac{Т_{раб} \cdot Д_{мес}}{длительностьсменооборота} = \frac{4 \cdot 30,4}{8} = 15,2 дня,$$

где $Т_{раб} = 4$ дня – количество рабочих дней в сменообороте.

Количество рабочих дней за год:

$$Д_{раб}^{год} = Д_{раб} \cdot 12 = 15,2 \cdot 12 = 182,5 дня$$

Количество выходных дней за год:

$$Д_{вых}^{год} = Т_{кал} - Д_{раб}^{год} = 365 - 182,5 = 182,5 дня$$

Таблица 31

Баланс рабочего времени одного среднесписочного рабочего

Наименование затрат	Основные рабочие (непрерывное производство, 12-часовая рабочая смена)	Вспомогательные рабочие(7,8часа)
1	2	3
1. Календарное время в год	365	365
2. Выходные дни	182,5	104
3. Праздничные дни	-	11
4. Номинальное время (число календарных рабочих дней)	182,5	250
5. Невыходы: очередной отпуск; дополнительный отпуск; невыходы по болезни;	 40 24 12 4	 40 24 12 4
6. Эффективный фонд рабочего времени в днях	142,5	210
7. Эффективный фонд рабочего времени в часах	1710	1680
8. Коэффициент невыходов	2,56	1,19

Коэффициент невыходов:

$$K_{н.см.} = \frac{T_н}{T_{эф}} = \frac{365}{142,5} = 2,56 \qquad K_{н.дн.} = \frac{T_н}{T_{эф}} = \frac{250}{210} = 1,19$$

где $T_н$ – номинальный фонд рабочего времени;

$T_{эф}$ – эффективный фонд рабочего времени.

На ОАО «Азот» используется тарифная система оплаты труда.

Форма оплаты – повременно-премиальная, заработная плата работника вычисляется по следующей формуле:

$$З = (T_{ст} \cdot t) \cdot k_{пр},$$

где $T_{ст}$ – тарифная ставка работника (часовая или месячная), руб/час, руб/мес.;

t – фонд рабочего времени, час;

$k_{пр}$ – коэффициент премирования.

Месячная тарифная ставка называется окладом.

Общая величина отчислений на социальные нужды определяется как единый социальный налог – 41,6 %, в т.ч.:

1. отчисления в фонд социального страхования – 4%
2. в пенсионный фонд – 28%
3. в фонд медицинского страхования – 3,6%
4. средства обязательного социального страхования работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний - 6 %, т.к. класс опасности ОАО «Азот» – 1.

Для основных рабочих и дежурного персонала продолжительность рабочего дня 12 часов с выходными днями по графику сменности. Предусмотрена премия в размере 40%, доплата за работу в ночное время для рабочих с 12 часовым рабочим днем - 20% от заработной платы по тарифу, доплата за работу в праздничные дни - 2,7% от заработной платы по тарифу. Для районов Урала районный коэффициент 0,15. Дополнительная заработная плата считается от фонда основной заработной платы в размере 10%.

заказать компетентное выполнение дипломной работы на https://diplom-berezniki.ru

Таблица 32

Расчет фонда заработной платы рабочих цеха аммиачной селитры

Профессия	Разряд	Часовая тарифная ставка, оклад	Численность рабочих	Баланс рабочего времени, ч.		Основная заработная плата, руб.						Районный коэффициент руб.	Фонд основной зарплаты с уч. поясн. коэф., руб.	допо
				1 рабо-чего	всех	Зарплата по тарифу	премия		доплата за работу		Итого фонд основной заработной платы			
							%	сумма	ночное время	празднич-ные дни				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1.Осн.рабочие														
аппаратчик	6	27,1	20	1710	32976	893649	40	357460	89364	171,7	1340646	201097	1541743	1541
аппаратчик	5	23,1	9	1710	14839	342785	40	137114	34278	146,4	514324	77149	591473	5914
аппаратчик	4	18,9	19	1710	31327	592084	40	236834	59208	119,8	888245	133237	1021483	1021
транспортёрщик	3	12,2	44	1710	72547	885075	40	354030	88507	77,3	1327691	199154	1526845	1526
укладчик		20,5	55	1710	90684	1859022	40	743609	185902	129,9	2788663	418299	3206962	3206
Итого														
2.Вспомогат.раб														
а)деж..персонал	5	23,1	8	1710	14064	324878,4	40	129951	48731	221,8	503783	75567	579351	5214
Итого														
б)рем. рабочие														
-сл.-ремонтник	6	27,1	10	1680	16800	443572	40	177429			621001	93150	714152	6427
	5	23,1	14	1680	22915	529341	40	211736			741077	111162	852239	7670
	4	18,9	7	1680	11458	216548	40	86619			303168	45475	348643	3137

заказать компетентное выполнение дипломной работы на https://diplom-berezniki.ru

Итого														
3.Служащие: -руководители -специалисты прочий цеховой персонал		5718 3150 1550	14 8 3			960624 302400 55800	40 40 40	384250 120960 22320			1344874 423360 78120	201731 63504 11718	1546605 486864 89838	1391 4381 8085
Итого														
4.Прочие -уборщик -маляр		1150 1225	5 1			69000 14700	40 40	27600 5880			96600 20580	14490 3087	111090 23667	9998 2130
Итого														
Всего			217											

Таблица 33

Распределение фонда оплаты труда по статьям калькуляции

Наименование статей калькуляции	Категория работающих	Сумма ФЗП, руб.	Отчисления на соц. нужды, руб.	На 1 т амселитры (М=900000 т/год)	
				Фонд зарплаты, руб.	отчисле-ния, руб.
1. Заработная плата основных производственных рабочих	Основные рабочие	8677357	3470943	9,64	3,86
2. Эксплуатация и содержание оборудования и транспортных средств:		2718880	1087552	3,02	1,21
а) текущий ремонт оборудования	Ремонтный персонал	2087388	834955	2,32	0,93
б) содержание оборудования	Дежурный персонал	631492	252597	0,7	0,28
3. Цеховые расходы:		2461289	984515	2,73	1,1
а) содержание цехового персонала	Служащие	2314404	925761	2,57	1,03
б) содержание зданий, сооружений	Прочие рабочие	146885	58754	0,16	0,07
Итого		13857526	5543010	15,4	6,16

13.5.2. Расчёт накладных затрат

К ним относятся:

– Общепроизводственные

– Общехозяйственные

– Коммерческие

Общепроизводственные накладные расходы – это расходы на обслуживание и управление производством. В их состав включаются:

– Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования

– Цеховые расходы на управление

Каждая из этих групп накладных расходов имеет свою специфику, но их объединяет то, что они планируются и учитываются по местам их возникновения, т.е. по производственным подразделениям, а не по видам продукции. Планирование этих расходов осуществляется путем разработки на

соответствующие цели годовых, квартальных смет с распределением на каждый месяц по каждой производственной единице, цеху в отдельности.

Таблица 34

Смета затрат на эксплуатацию и содержание оборудования

Статья затрат	Сумма, руб.		Примечание
	До реконструкции	После реконструкции	
1. Амортизация оборудования и транспортных средств	4180000	4259500	Табл. 20
2. Содержание оборудования: а) вспомогательные материалы б) зарплата дежурного персонала в) отчисления на социальные нужды	 502000 631500 252600	 502000 631500 252600	 Данные цеха Табл. 24 Табл. 24
3. Текущий ремонт оборудования: а) вспом.материалы и запчасти б) зарплата ремонтного персонала в) отчисления на социальные нужды г) услуги цехов по ремонту: услуги РСУ услуги ЦЭС услуги цеха КИП и А услуги ЦЦР услуги АХР услуги ЦТД д) прочие расходы	 832800 2087400 835000 1463000 1192500 1833800 1229200 2749000 1246900 64300	 832800 2087400 835000 1463000 1192500 1833800 1229200 2749000 1246900 64300	 Данные цеха Табл. 24 Табл. 24 Данные цеха Данные цеха Данные цеха Данные цеха Данные цеха Данные цеха Данные цеха
4. транспортные расходы	773120	773120	Данные цеха
5.износ малоцен. и быстроизн. инвентаря	168600	168600	Данные цеха
6. услуги ЦРВ	4670200	4670200	Данные цеха
7. услуги ТВЦ	1474560	1474560	Данные цеха
ИТОГО:	29665680	29745180	
На 1 тонну амселитры (руб.)	32,96	33,05	

Таблица 35

Смета цеховых расходов

Статья затрат	Сумма, руб.	Примечание
1	2	3
1. Содержание цехового персонала: а) заработная плата руководителей, специалистов и прочего цехового персонала б) отчисления на социальные нужды	 2314404 925761	 Табл. 24 Табл. 24
Итого:	3240165	
2. Охрана труда и техника безопасности	6223700	Данные цеха
3. Амортизация зданий	879000	Табл. 20

Статья затрат	Сумма, руб.	Примечание
1	2	3
4. Содержание зданий и сооружений: а) материалы б) отопление и освещение в) заработная плата МОП г) отчисления на социальные нужды	 218000 1365000 146885 58754	 Данные цеха Данные цеха Табл. 24 Табл. 24
Итого:	1788639	

Продолжение табл. 35

1	2	3
5. Текущий ремонт зданий и сооружений	257970	Данные цеха
6. Прочие расходы	167300	Данные цеха
Итого:	19265300	
На 1 тонну амселитры (руб.)	21,41	

Общехозяйственные накладные расходы – это расходы непроизводственного назначения, связаны с функцией руководства, управления, которое осуществляется в рамках предприятия.

В состав этих расходов включается несколько групп: административно-управленческие, общехозяйственные, налоги, обязательные платежи, отчисления и др.

Базой распределения общехозяйственных расходов является общий фонд зарплаты основных рабочих.

Таблица 36

Расчёт общехозяйственных расходов.

	Виды конечной продукции			Итого
	Слабая азотная кислота V=289000 т	Аммиачная селитра V=900000 т	Карбамид V=450000 т	
1	3	4	5	6=3+4+5
Общая сумма зарплаты основных рабочих, руб.	2693620	8677357	5114451	16485428
Удельный вес зарплаты рабочих в общем ФЗП, %	16,34	52,64	31,02	100
Общая сумма общехоз. расходов предприятия, руб	181379799			
Величина общехоз. расходов, приходящаяся на каждый продукт, руб.	29637459,2	95478326,2	56264013,6	181379799
Величина общехоз. расходов, приходящаяся на 1тонну продукта, руб.	102,55	106,09	125,03	-

Коммерческие расходы – это расходы на тару и упаковку, на транспортировку продукции, комиссионные сборы и отчисления, затраты на

рекламу. Эти расходы распределяются пропорционально объёму выработанной продукции.

Таблица 37

Расчет коммерческих расходов

Наименование показателя	Виды конечной продукции			Итого
	Слабая азотная кислота V=289000 т	Аммиачная селитра V=900000 т	Карбамид V=450000 т	
1	3	4	5	6=3+4+5
Общая сумма коммерческих расходов предприятия, руб.	207300000			
Величина коммерческих расходов, приходящаяся на каждый продукт, руб.	36546990	113828430	56924580	207300000
Величина коммерческих расходов, приходящаяся на 1т. продукта, руб.	126,46	126,48	126,47	-

Итоги раздела объединяем в табл. 38.

Таблица 38

Состав накладных затрат

Статьи калькуляции	Общая сумма, руб.		На 1 т. амселитры, руб.	
	до реконструкции	после реконструкции	до реконструкции	после реконструкции
Общепроизводственные расходы: всего в т.ч. • РСиЭО • цеховые расходы	48930980 29665680 19265300	49010480 29745180 19265300	54,37 32,96 21,41	54,46 33,05 21,41
Общехозяйственные расходы	95478326,2	95478326,2	106,09	106,09
Коммерческие расходы	113828430	113828430	126,48	126,48
Итого	258237736,2	258317236,2	286,93	287,02

Объединяем все предыдущие расчёты главы 13.5 в сводную калькуляцию.

заказать компетентное выполнение дипломной работы на https://diplom-berezniki.ru

Таблица 39

Калькуляция на производство аммиачной селитры

Статьи расхода	Ед. изм.	До реконструкции M_1=900000 т/год				После реконструкции M_2=900000т/год				Отклонения (±)
		Кол-во (норма расхода)	Цена за ед., руб.	Сумма на ед., руб.	Сумма на весь выпуск, руб.	Кол-во (норма расхода)	Цена за ед., руб.	Сумма на ед., руб.	Сумма на весь выпуск, руб.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11=10-6
Сырье и материалы:										
аммиак	т	0,205	1168,3	239,59	215551350	0,2047	1168,3	239,15	212814000	-315441
азотная кислота	т	0,79	558,9	441,53	397377900	0,788	558,9	440,4	392310000	-1006020
магнезиальный раствор	т	0,0145	3027,6	35,07	25343635	0,0145	3027,6	35,07	25343635	
Итого				709,19	638272885			707,72	636951424	
Возвратные отходы (вычитаются):										
конденсат	т	0,143	10,2	1,44	1305000	0,146	10,2	1,48	1340280	-35280
смётки	т	0,0004	130,27	0,05	35897	0,0004	130,27	0,05	35897	
упаренный раствор	т					0,00135	450,8	0,61	549000	-549000
Итого				1,49	1340897			2,14	1925177	
Технологическое топливо:										
пар водный	ГКал	0,246	102,32	25,17	22653000	0,254	102,32	25,99	23391000	+738000
вода умягчённая	$м^3$	0,134	9,91	1,32	947694	0,134	9,91	1,32	947694	
вода оборотная	$м^3$	0,12	0,43	0,05	3589	0,12	0,43	0,05	3589	
электроэнергия	кВт·ч	20	0,64	12,79	9182580	20	0,64	12,79	9182580	
Итого				36,4	32786863			37,25	33524863	
Заработная плата произв.рабочих	Руб.			9,64	8677357			9,64	8677357	
Отчисления на соц. нужды	Руб.			3,86	3470943			3,86	3470943	
Общепроизводственные расходы	Руб.			54,37	48930980			54,46	49010480	+79500
Итого цеховая себестоимость	Руб.			811,99	730798131			810,79	729709809	-1088322

заказать компетентное выполнение дипломной работы на https://diplom-berezniki.ru

Продолжение табл. 39

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11=10-6
Общехозяйственные расходы	Руб.			106,09	95478326,2			106,09	95478326,2	
Итого производственная себестоимость	Руб.			918,08	826276457,2			916,87	825188135,2	
Коммерческие расходы	Руб.			126,48	113828430			126,48	113828430	
Итого полная себестоимость	Руб.			1044,56	940104887,2			1043,35	939016565,2	-1088322

13.5.3. Расчет структуры себестоимости аммиачной селитры

Под структурой себестоимости понимается ее состав по статьям и их доля в полной себестоимости.

Структуру себестоимости продукции характеризуют показатели:

1. Доля отдельной статьи в полной себестоимости
2. Соотношение между живым и овеществленным трудом
3. Соотношение между постоянными и переменными затратами

Таблица 40

Состав затрат на производство и реализацию аммиачной селитры

Статьи расхода	До реконструкции		После реконструкции		Отклонения (±) %
	Стоимость, руб.	Уд. вес, %	Стоимость, руб.	Уд. вес, %	
1	2	3	4	5	6 = 5-3
Переменные в т.ч.	669718851	71,24	668551110	71,19	-0,05
Сырье и материалы	638272885	67,89	636951424	67,83	-0,06
Возвратные отходы	1340897	0,14	1925177	0,21	0,07
Топливо	32786863	3,49	33524863	3,57	0,08
Постоянные в т.ч.	270386036,2	28,76	270465536,2	28,81	0,05
Зарплата с отчислениями на соц. нужды	12148300	1,292	12148300	1,294	0,002
Общепроизводственные расходы	48930980	5,19	49010480	5,22	0,03
Общехозяйственные расходы	95478326,2	10,16	95478326,2	10,17	0,01
Коммерческие расходы	113828430	12,11	113828430	12,12	0,01
Итого полная себестоимость	940104887,2	100	939016565,2	100	

Вывод: Производство аммиачной селитры является материалоёмким производством.

13.5.4. Расчет снижения себестоимости аммиачной селитры по технико-экономическим факторам

К технико-экономическим факторам относятся:

1) Технические, то есть внедрение на предприятии в плановом периоде новой техники и технологии;

2) Организационные. Под этими факторами понимается совершенствование организации производства и труда предприятии в плановом периоде

(углубление специализации и кооперирования, совершенствование организационной структуры управления предприятием, внедрение бригадной формы организации труда, НОТ);

3) Изменение объема, номенклатуры и ассортимента выпускаемой продукции;

4) Уровень инфляции в плановом периоде;

5) Специфические факторы, которые зависят от особенностей производства.

Все эти факторы в конечном итоге влияют на объём выпуска продукции, производительность труда (выработку), изменение норм и цен на материальные ресурсы.

Для определения величины изменения себестоимости продукции в плановом периоде вследствие влияния вышеупомянутых факторов могут быть использованы следующие формулы:

1) Изменение величины себестоимости продукции от изменения затрат на содержание и эксплуатацию оборудования:

$$\Delta C_{РСиЭО} = \left(1 - \frac{J_{РСиЭО}}{J_V}\right) d_{РСиЭО} \cdot 100\%, = \left(1 - \frac{1.003}{1}\right) \cdot 0{,}032 \cdot 100 = -0{,}01\ \%,$$

где $J_{РСиЭО}$ – индекс затрат на РС и ЭО;

J_V – индекс объема производства; $J_V = 1$

$d_{РСиЭО}$ – доля затрат на РС и ЭО в себестоимости продукции;

$$J_{РСиЭО} = \frac{29745180}{29665680} = 1{,}003$$

$$d_{РСиЭО} = \frac{29665680}{940104887{,}2} = 0{,}032$$

Вследствие увеличения затрат на РСиЭО себестоимость увеличилась на 0,01 %.

2) изменение величины себестоимости продукции от изменения норм и цен на материальные ресурсы ($\Delta C_{Н.Ц}$)

$$\Delta C_{н.ц} = (1 - J_Н \cdot J_Ц) \cdot d_М \cdot 100\%,$$

где $J_Н$ — индекс норм на материальные ресурсы;

$J_Ц$ — индекс цен на материальные ресурсы;

d_M — доля материальных ресурсов в себестоимости продукции.

В результате реконструкции изменяются нормы расхода на:

а) аммиак

$$J_H^{NH_3} = \frac{0,2047}{0,205} = 0,9985; \quad J_Ц^{NH_3} = 1; \quad d_M^{NH_3} = \frac{215551350}{940104887,2} = 0,2293$$

$$\Delta C_{Н.Ц.}^{NH_3} = (1 - 0,9985 \cdot 1) \cdot 0,2293 \cdot 100 = 0,0344\%.$$

Себестоимость аммиачной селитры снижается на 0,0344 %.

б) азотную кислоту

$$J_H^{HNO_3} = \frac{0,788}{0,79} = 0,9974; \quad J_Ц^{HNO_3} = 1; \quad d_M^{HNO_3} = \frac{397377900}{940104887,2} = 0,4227$$

$$\Delta C_{Н.Ц.}^{HNO_3} = (1 - 0,9974 \cdot 1) \cdot 0,4227 \cdot 100 = 0,11\%.$$

Себестоимость аммиачной селитры снижается на 0,11 %.

в) возвратные отходы в виде упаренного раствора

$$J_H^{Р-р} = \frac{0,00135}{0} = 0,00135; \quad J_Ц^{Р-р} = 1; \quad d_M^{Р-р} = \frac{549000}{940104887,2} = 0,00058.$$

$$\Delta C_{Н.Ц.}^{Р-р} = (1 - 0,00135 \cdot 1) \cdot 0,00058 \cdot 100 = -0,0579\%.$$

Себестоимость аммиачной селитры снижается на 0,0579 %.

г) возвратные отходы в виде парового конденсата.

$$J_H^{Конд.} = \frac{0,146}{0,143} = 1,021; \quad J_Ц^{Конд.} = 1; \quad d_M^{Конд.} = \frac{1305000}{940104887,2} = 0,0014.$$

$$\Delta C_{Н.Ц.}^{Пар} = (1 - 1,021 \cdot 1) \cdot 0,0014 \cdot 100 = -0,0029\%.$$

Себестоимость аммиачной селитры снижается на 0,0029 %.

д) пар водный

$$J_H^{Пар} = \frac{0,254}{0,246} = 1,033; \quad J_Ц^{Пар} = 1; \quad d_M^{Пар} = \frac{22653000}{940104887,2} = 0,0241.$$

$$\Delta C_{Н.Ц.}^{Пар} = (1 - 1,033 \cdot 1) \cdot 0,0241 \cdot 100 = -0,0795\%.$$

Себестоимость аммиачной селитры увеличивается на 0,0795 %.

Общая величина изменения себестоимости аммиачной селитры в плановом периоде составит ($\Delta C_{общ}$):

$$\pm \Delta C_{общ} = \pm \Delta C_{пт} \pm \Delta C_{v} \pm \Delta C_{нц}$$

$$\Delta C_{Общ.} = -0{,}01 + 0{,}0344 + 0{,}11 + 0{,}0579 + 0{,}0029 - 0{,}0795 = 0{,}1157\%$$

То есть себестоимость уменьшилась на 0,1157 %.

Проверка: $\Delta C = \frac{1043{,}35}{1044{,}56} \cdot 100\% - 100\% = 0{,}1158\%$

13.5.5. Ценовая политика предприятия и расчет цены 1 тонны аммиачной селитры

Любое предприятие должно иметь упорядоченную методику установления цен на производимые им товары и услуги. Установление цен – сложный и многоэтапный процесс.

Рис. 7

1. Возможные цели:

- обеспечение выживаемости в условиях конкуренции;

- максимизация текущей прибыли;

- завоевание лидерства по показателям доли рынка или качества товаров.

2. Необходимо выявить спрос на производимый товар, который определяет прежде всего верхний уровень цен.

3. По минимальному уровню цен можно судить об общих (валовых) издержках предприятия, представляющие сумму постоянных и переменных издержек.

4. Существенное влияние на цену оказывает поведение конкурентов и цены на их продукцию. Для определения цен и качества товаров своих конкурентов предприятие может произвести сравнительные покупки и

сопоставить цены и товары между собой. Такое сопоставление помогает установить средний диапазон своих цен.

5. Оптимально установленная цена на производимый товар должна полностью обеспечивать возмещение всех издержек по производству и реализации продукции, а также получение нормальной прибыли.

В РФ наибольше распространение получили две методики:

- первая основывается на принципе средние издержки плюс прибыль,
- вторая – на получении “ценовой прибыли”, исходя из расчета желаемого ее объема.

Для расчета оптовой цены ($Ц_{опт}$) общая сумма затрат на единицу продукции увеличивается на величину планируемого уровня рентабельности.

$$Ц_{опт} = Z_1 \cdot K_P,$$

где Z_1 – себестоимость единицы продукции до реконструкции;

K_P – коэффициент рентабельности.

$$K_P = \left(1 + \frac{R}{100}\right) = \left(1 + \frac{18}{100}\right) = 1{,}18$$

где R – рентабельность (для химической промышленности принимают рентабельность = 15-20 %)

$$Ц_{опт} = 1044{,}56 \cdot 1{,}18 = 1232{,}58 \text{ руб.}$$

Точка безубыточности.

$$T_Б = \frac{постоянные\ издержки}{цена - переменные\ издержки} \cdot 100\%$$

$$T_{Б(до)} = \frac{270386036{,}2}{1232{,}58 \cdot 900000 - 669718851} \cdot 100\% = 61{,}51\%$$

$$T_{Б(после)} = \frac{270465536{,}2}{1232{,}58 \cdot 900000 - 668551110} \cdot 100\% = 61{,}36\%$$

$$M_{кр(до)} = 900000 \cdot 0{,}6151 = 553590 тонн$$

$$M_{кр(после)} = 900000 \cdot 0{,}6136 = 552240 тонн$$

заказать компетентное выполнение дипломной работы на https://diplom-berezniki.ru

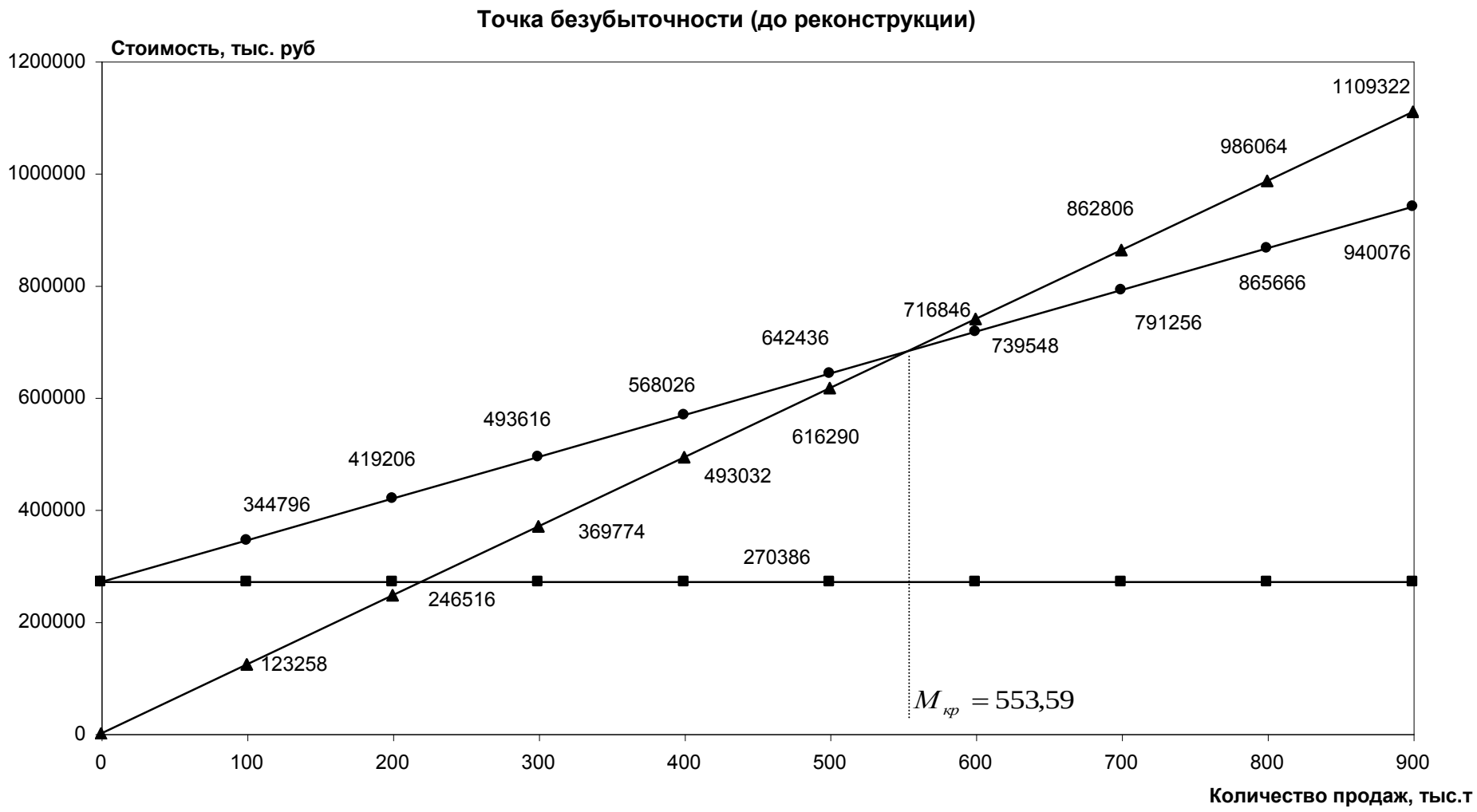


Рис. 8

заказать компетентное выполнение дипломной работы на https://diplom-berezniki.ru

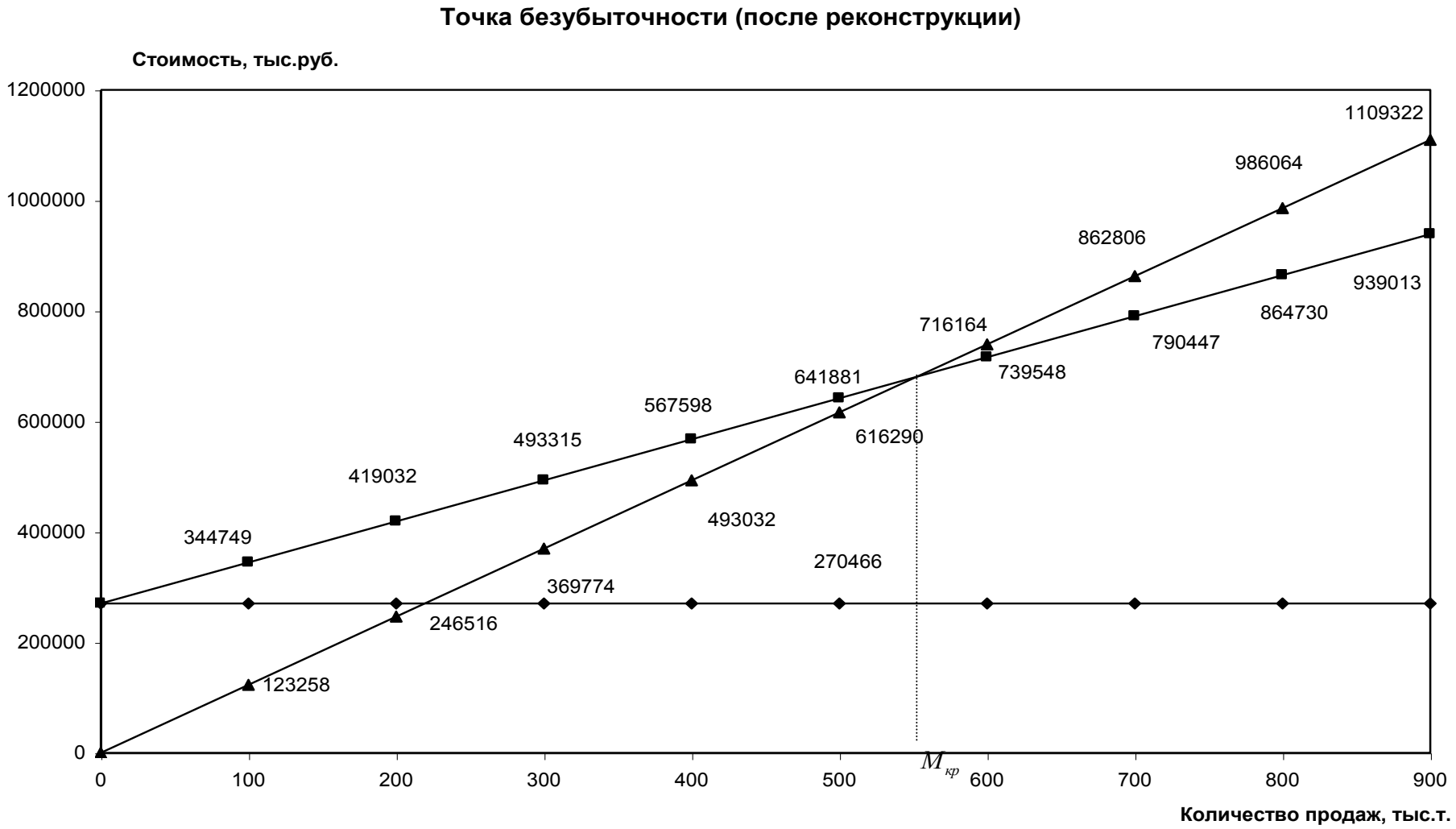


Рис.9

13.5.6. Расчёт экономических показателей деятельности цеха гранулированной аммиачной селитры ОАО «Азот»

Отпускная цена с учетом налога на добавленную стоимость составит:

$Ц_{от} = Ц_{опт} \cdot НДС_{пол} = 1232{,}58 \cdot 1{,}18 = 1454{,}44$ руб.

где $НДС_{пол}$ – коэффициент НДС (1,18).

Выручка от продажи продукта за год определяем по формуле:

$ТП = Ц_{от} \cdot М = 1454{,}44 \cdot 900000 = 1308999960$ руб.

Сумму НДС, который “получен” на весь объем реализации продукта, определяем по формуле:

$$НДС_{пол} = ТП - \frac{ТП}{1{,}18} = 1308999960 - \frac{1308999960}{1{,}18} = 199677960 \text{ руб.},$$

где 1,18 – коэффициент, учитывающий налог на добавленную стоимость (18%)

Налог на добавленную стоимость, который уплачен поставщикам сырья – $НДС_{упл}$

Таблица 41

Рассчитаем НДС уплаченный

Статьи затрат	До реконструкции		После реконструкции I год		После реконструкции II год	
	Стоимость (руб.)	НДС 18%	Стоимость (руб.)	НДС 18%	Стоимость (руб.)	НДС 18%
Электроэнергия	9182580	1652864,4	9182580	1652864,4	9182580	1652864,4
Вспом. материалы и запчасти из РСиЭО	832800	149904	832800	149904	832800	149904
Цех. расходы: Материалы Отопл. и освещ.	218000 1365000	39240 245700	218000 1365000	39240 245700	218000 1365000	39240 245700
Затраты на технологич. обор.			625000	112500		
Прочие затраты			45000	8100		

Итого	11598380	2087708,4	12268380	2208308,4	11598380	2087708,4

НДС в бюджет определяем по формуле:

$НДС_Б = НДС_{пол} - НДС_{упл}$

$НДС_{Б0} = 199677960 - 2087708{,}4 = 197590251{,}6$ руб.

$НДС_{Б1} = 199677960 - 2208308{,}4 = 197469651{,}6$ руб.

$НДС_{Б2} = 199677960 - 2087708{,}4 = 197590251{,}6$ руб.

Балансовую прибыль за год определяем по формуле:

$БП = ВПМ - Z - НДС_Б$,

где Z – полная себестоимость всего выпуска продукции.

$БП_0 = 1308999960 - 940104887{,}2 - 197590251{,}6 = 171304821{,}2$ руб.

$БП_1 = 1308999960 - 939016565{,}2 - 197469651{,}6 = 172513743{,}2$ руб.

$БП_2 = 1308999960 - 939016565{,}2 - 197590251{,}6 = 172393143{,}2$ руб.

Налоги на финансовые результаты.

1. На имущество:

$Н_И = 0{,}022 \cdot C_И$

где $C_И$ – стоимость имущества, руб.

2,2 % – ставка налога на имущество.

$Н_{И0} = 0{,}022 \cdot 85750000 = 1886500$ руб.

$Н_{И1} = 0{,}022 \cdot 86545000 = 1903990$ руб.

$Н_{И2} = 0{,}022 \cdot 81406500 = 1790943$ руб.

Налогооблагаемую базу налога на прибыль определяем по формуле:

$НБ = БП - Н_И$.

$НБ_0 = 171304821{,}2 - 1886500 = 169418321{,}2$ руб.

$НБ_1 = 172513743{,}2 - 1903990 = 170609753{,}2$ руб.

$НБ_1 = 172393143{,}2 - 1790943 = 170602200{,}2$ руб.

2. Налог на прибыль:

$Н_П = 0{,}24 \cdot НБ$

где 24% – ставка налога на прибыль от налогооблагаемой базы.

$H_{П_0} = 0{,}24 \cdot 169418321{,}2 = 40660397{,}1$ руб.

$H_{П1} = 0{,}24 \cdot 170609753{,}2 = 40946340{,}8$ руб.

$H_{П2} = 0{,}24 \cdot 170602200{,}2 = 40944528{,}1$ руб.

3. Чистую прибыль определяем по формуле:

$ЧП = НБ - H_п$.

$ЧП_0 = 169418321{,}2 - 40660397{,}1 = 128757924{,}1$ руб.

$ЧП_1 = 170609753{,}2 - 40946340{,}8 = 129663412{,}4$ руб.

$ЧП_2 = 170602200{,}2 - 40944528{,}1 = 129657672{,}1$ руб.

4. Рассчитываем величину прироста чистой прибыли за 1-й год эксплуатации (в сравнении с величиной чистой прибыли до реконструкции), за 2-й год эксплуатации (в сравнении с величиной чистой прибыли до реконструкции).

$\Delta ЧП = ЧП_1 - ЧП_0$

$\Delta ЧП_1 = 129663412{,}4 - 128757924{,}1 = 905488{,}3$ руб.

$\Delta ЧП_2 = 129657672{,}1 - 128757924{,}1 = 899748$ руб.

13.5.7 Расчет эффективности инвестиций

В 1994 году были изданы Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования, которые были разработаны по заданию правительства с целью унификации методов оценки эффективности инвестиционных проектов в условиях перехода экономики России к рыночным отношениям. В этих рекомендациях заложены принципы и сложившиеся в мировой практике подходы к оценке эффективности инвестиционных проектов, адаптированные для условий перехода к рыночной экономике

Эффективность инвестиционных проектов характеризуется системой показателей:

1. Чистый дисконтированный доход (ЧДД) или интегральный доход;

2. Индекс доходности (ИД);
3. Внутренняя норма доходности (ВНД);
4. Срок окупаемости ($Т_{ок}$).

1) Определим чистый дисконтированный доход.

$$Э_{инт} = ЧДД = \sum_{t=0}^{T} (R_t - З_t) \cdot \frac{1}{(1+E)^t},$$

где R_t - результаты, достигаемые на *t*-том шаге расчета;

$З_t$ - затраты, осуществляемые на том же шаге;

E – норма дисконта;

t – номер шага расчета (*t=0, 1, 2…T)*

$$E = \left(\frac{1+r}{1+i} - 1\right) + \frac{p}{100}$$

где *r* – ставка рефинансирования, объявленная ЦБ РФ на данный период, 14 %;

i – темп инфляции, объявленный Правительством РФ на данный период, 12 %

p – поправка на предпринимательский риск в зависимости от целей проекта. Величина *p* может быть принята по таблице 4.7.1.. В данном случае принимаем р= 4, т.к. вложения осуществляются при интенсификации на базе освоенной техники

$$E = \left(\frac{1+0{,}14}{1+0{,}12} - 1\right) + \frac{4}{100} = 0{,}058$$

На практике часто пользуются модифицированной формулой. Для этого из состава $З_t$ исключают капитальные вложения и обозначают через *К*. ($К_t$ – капитальные вложения на *t*-ом шаге, *К* – сумма дисконтированных капвложений).

Тогда формула ЧДД примет вид:

$$ЧДД = \sum_{t=1}^{T}\left(R_t - З_t^*\right)\cdot\frac{1}{(1+E)^t} - K = TC - K$$

где $З_t^*$ - затраты на *t*-том шаге без учета капвложений.

ТС – текущая стоимость

Так как на новое оборудование средняя норма амортизации 10 %, то

$$T = \frac{1}{0{,}1} = 10\ лет$$

Рассчитаем текущую стоимость:

$$TC = \sum_{t=1}^{T}\frac{\Delta ЧП_t}{(1+E)^t} = \frac{905488{,}3}{(1+0{,}058)^1} + \frac{899748}{(1+0{,}058)^2} + \frac{899748}{(1+0{,}058)^3} + \frac{899748}{(1+0{,}058)^4} + \frac{899748}{(1+0{,}058)^5} + \frac{899748}{(1+0{,}058)^6} +$$

$$+ \frac{899748}{(1+0{,}058)^7} + \frac{899748}{(1+0{,}058)^8} + \frac{899748}{(1+0{,}058)^9} + \frac{899748}{(1+0{,}058)^{10}} =$$

$$= 855849{,}1 + 803802{,}9 + 759738{,}1 + 718088{,}9 + 678723 + 641515{,}1 + 606347 +$$

$$+ 573106{,}8 + 541688{,}8 + 511993{,}2 = 6690852{,}9\ руб.$$

$$ЧДД = 6690852{,}9 - 795000 = 5895852{,}9 \text{ руб.}$$

2) Определим индекс доходности.

$$ИД = \frac{1}{K}\sum_{t=1}^{T}\left(R_t - З_t^*\right)\frac{1}{(1+E)^t} = \frac{TC}{K} = \frac{6690852{,}9}{795000} = 8{,}416$$

Правило: если ЧДД>0, а ИД>1, то проект эффективен.

3) Определим внутреннюю норму доходности.

$$ВНД = \sum_{t=1}^{T}\frac{\left(R_t - З_t^*\right)}{(1+E_{вн})^t} = \sum_{t=1}^{T}\frac{K_t}{(1+E_{вн})^t} = \left(\frac{TC}{K} - 1\right)\cdot 100 = \left(\frac{6690852{,}9}{795000} - 1\right)\cdot 100 = 741{,}6\ \%$$

Правило: Если ВНД равен или больше требуемой инвестором нормы дохода на капитал, то инвестиции в данный инвестиционный проект оправданы.

4) Определим срок окупаемости.

Срок окупаемости $T_{ок}$ – это временной период, за который инвестиционные затраты окупаются за счет прироста экономических результатов, обусловленного реализацией инвестиций.

$$T_{ок} = \frac{K}{\Delta П_{ч} / (1+E)^1} = \frac{795000}{905488{,}3 / (1+0{,}058)} = 0{,}93$$ года (~ 11 месяцев).

заказать компетентное выполнение дипломной работы на https://diplom-berezniki.ru

Таблица 42

Таблица технико-экономических показателей

заказать компетентное выполнение дипломной работы на https://diplom-berezniki.ru

№ п/п	Наименование показателей	Ед. изм.	Значение показателей		Откл. (±)
			До реконструкции	После реконструкции	
1	Производственная мощность.	тонн	900000	900000	
2	Выручка от реализации	руб.	1308999960	1308999960	
3	Стоимость ОПФ	руб.	85750000	86545000	+795000
4	Нормы расхода: - аммиак - азотная кислота - пар	 т т Гкал	 0,205 0,79 0,246	 0,2047 0,788 0,254	 -0,0003 -0,002 +0,008
	Возвратные отходы: - упаренный раствор - конденсат	 т т	 - 0,143	 0,00135 0,146	 +0,00135 +0,003
5	Реальные инвестиции в реализацию проекта.	руб.	795000		
6	Среднесписочная численность рабочих.	чел.	217	217	
7	Среднегодовая выработка одного рабочего	руб.	6032257,9	6032257,9	
8	Фонд заработной платы персонала цеха за год	руб.	13857526	13857526	
9	Среднегодовая зарплата по цеху	руб.	63859,6	63859,6	
10	Полная себестоимость 1т амселитры, в т. ч. - сырье - возвратные отходы - топливо - общепроизв. расходы	руб. руб. руб. руб. руб.	1044,56 709,19 1,49 36,4 54,37	1043,35 707,72 2,14 37,25 54,46	-1,21 -1,49 +0,65 +0,85 +0,09
11	Полная себестоимость годового выпуска амсел.	руб.	940104887,2	939016565,2	-1088322
12	Чистая прибыль за год	руб.	128757924,1	129663412,4	+905488,3
13	Рентабельность продаж	%	9,836	9,906	+0,07
		%	61,51	61,36	-0,15

заказать компетентное выполнение дипломной работы на https://diplom-berezniki.ru

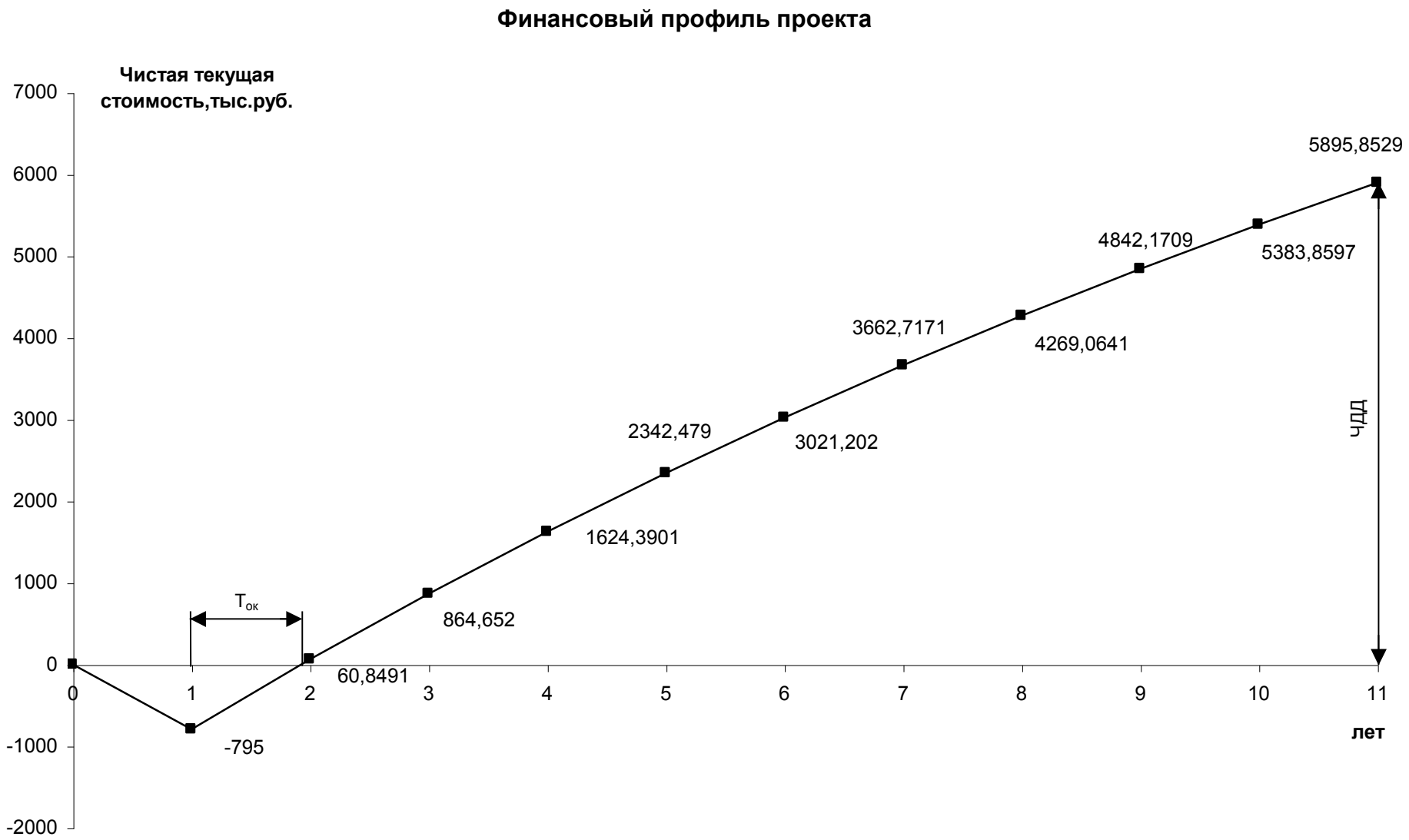


Рис. 10

.