

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АБУ РАЙХАНА БЕРУНИ

ФАКУЛЬТЕТ «ЭЛЕКТРОНИКА И АВТОМАТИКА»
КАФЕДРА «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ»

На правах рукописи

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

АЙТУГДИЕВА Яшнара Илёсовича

на тему: «Система автоматического управления процессом
очистки нефтяного газа от сероводорода»
по направлению 5521800 - «Автоматизация и управление»
для получения степени бакалавра

Зав.кафедрой

к.т.н., доц. Зарипов О.О.

Руководитель

к.т.н., доц. Севинов Ж.У.

Ташкент – 2013 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | стр. |
|--|------|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 4 |
| ГЛАВА I. ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И СХЕМЫ УСТАНОВКИ ОЧИСТКИ НЕФТЯНОГО ГАЗА ОТ СЕРОВОДОРОДА | 7 |
| 1.1. Краткое описание и техническая характеристика объекта | 7 |
| 1.2. Описание технологической схемы | 13 |
| 1.2.1. Описание схемы установки сероочистки газа | 13 |
| 1.2.2. Описание схемы регенерации раствора амина | 14 |
| 1.2.3. Описание схемы подготовки кислых газов | 16 |
| 1.2.4. Описание схемы фильтрации раствора амина | 17 |
| 1.3. Требования к сырью, товарной продукции, химических реагентам | 18 |
| ГЛАВА II. СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОЧИСТКИ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА ОТ СЕРОВОДОРОДА | 25 |
| 2.1. Описание системы автоматического управления малогабаритной блочной установки очистки попутного нефтяного газа от сероводорода | 25 |
| 2.2. Контур регулирования качества получаемой продукции | 29 |
| 2.2.1. Принципы работы контура регулирования качества получаемой продукции с пропорциональным регулятором.. | 32 |
| 2.2.2. Принципы работы контура регулирования качества получаемой продукции с астатическим регулятором | 35 |
| 2.2.3. Принципы работы контура регулирования качества получаемой продукции с компенсацией чистого запаздывания | 37 |
| 2.3. Сравнительный анализ работы контура регулирования качества получаемой продукции с различными регуляторами | 44 |
| ГЛАВА III. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ | 45 |
| 3.1. Источники токсичных загрязнений воздуха на объектах нефтяной и газовой промышленности | 54 |
| 3.2. Методы и средства контроля состава воздуха | 56 |
| 3.3. Нормирование содержания вредных веществ в воздухе и меры защиты | 58 |
| ГЛАВА IV. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ | 62 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 70 |
| ЛИТЕРАТУРА | 71 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ | 73 |

Обозначения и сокращения

ГСМ – горюче-смазочные материалы

КИП и А - контрольно-измерительные приборы и автоматика

МДЭА - метилдиэтаноламин

НТС – низкотемпературная сепарация

ОВК – отопление, вентиляция, кондиционирование

ОЗВК – общезаводская воздушная компрессорная

ПДК – предельно-допустимая концентрация

ППР - планово-предупредительный ремонт

ПУЭ – правила устройства электроустановок

ПХК – пропаново-холодильный комплекс

ШНК– сахарозлик норматив қоидалари

СОУ – сероочистная установка

ТТР – температура точки росы

ВВЕДЕНИЕ

Нефтегазовый сектор Узбекистана развивается уже в течение многих лет. Однако за последние 20 лет рост его потенциала стал одним из стратегических приоритетов концепции экономического и социального развития республики. В итоге к сегодняшнему дню наша страна признана одним из крупнейших производителей топливно-энергетических ресурсов в Центральноазиатском регионе, войдя в десятку основных газодобывающих государств мира.

Недра Узбекистана обладают большим потенциалом нефтегазоносности – около 60 % его территории. В пяти основных нефтегазоносных регионах – Устюртском, Бухаро-Хивинском, Гиссарском, Сурхандарьинском, Ферганском – ведутся интенсивные работы в сотрудничестве с иностранными компаниями. Основными партнерами республики в реализации крупнейших нефтегазовых проектов выступают российские «Газпром», «Лукойл», малайзийская Petronas, китайская CNPC International Ltd, Korea National Oil Corporation. Эти и ряд других иностранных компаний, проявляющих желание работать на узбекистанском нефтяном рынке, руководствуются своим интересом. Для Узбекистана же интерес заключается в достижении главной цели – обеспечении опережающего темпа прироста запасов нефти и газа над уровнем ежегодной их добычи. И поскольку отличительной особенностью инвестиционной стратегии Узбекистана является ориентир на создание новых высокотехнологичных производств, оснащенных передовой технологией и обеспечивающих глубокую переработку его сырьевых ресурсов, создающих новые рабочие места, то приоритет отдается иностранным компаниям, способным привнести в эту область новые технологии, расширить экспортный потенциал этой отрасли.

В последнее время нефтегазовая отрасль вступила в новый этап своего развития, который характеризуется созданием высокопроизводительной аппаратуры, а также разработкой систем автоматизации, контроля,

управления и оптимизации не только отдельных процессов, но и их взаимосвязанных комплексов, т. е. целых производств. Все это неразрывно связано со значительным расширением аналитических и экспериментальных исследований, в результате которых можно получить необходимую информацию о технологических процессах, а также с применением математических методов и электронной вычислительной техники для рационального использования этой информации в целях непрерывного прогресса нефтехимических производств.

В практической постановке подобных исследований и успешной реализации их результатов на производстве важная роль принадлежит инженерам, которые должны владеть методами автоматики в химии и нефтехимической технологии и пользоваться электронной вычислительной техникой.

В изучении реально протекающих в природе процессов особую роль стали играть математически формализованные модели. Математическая модель – это относительная истина, отражающая определенные особенности изучаемых явлений.

Формализованная на том или ином языке (дифференциальных или разностных уравнений, теории автоматов и т.д.) математическая модель отражает определенные свойства реальных процессов и с ее помощью можно изучать эти свойства. Математическая модель – это лишь специальный способ описания, позволяющий для анализа использовать формально-логический аппарат математики. Изучение математических моделей является основным методом познания, используемым в естественных науках.

Метод математического моделирования за короткое время нашел конкретное применение в исследованиях и расчетах химико-технологических процессов. При наличии математических моделей успешно решаются задачи оптимизации технологических процессов и управления ими. Однако еще сравнительно мало специалистов нефтехимической промышленности достаточно знакомы с принципами построения математических моделей и методами их исследования для получения исходных данных в

проектировании новых или осуществлении оптимальных режимов действующих нефтехимических производств. Это объясняется, во-первых, сложностью и недостаточной изученностью процессов нефтехимической технологии и, во-вторых, сравнительно слабым знанием инженерами-химиками основ кибернетики.

Математическую модель объекта управления можно определить двумя способами. Можно либо идентифицировать объект по результатам экспериментов с использованием входных и выходных воздействий, либо искать необходимую математическую модель расчетным путем, используя общие физические законы, сведения о конструкции и технологических параметрах оборудования.

Каждый из перечисленных способов построения математической модели имеет свои преимущества и недостатки. «Экспериментальная» идентификация возможна лишь в том случае, если исследуемый объект уже существует. При правильной постановке эксперимента можно получить необходимую информацию о поведении объекта, исследуя уже существующие промышленные установки. С другой стороны, при этом нельзя получить достаточно полное представление о внутренней структуре объекта, обо всех взаимосвязях и указать, как динамические характеристики объекта могут повлиять на выбор наилучшей конструкции.

Физико-математический анализ процессов, происходящих в объекте управления, позволяет выбрать надлежащую структуру математической модели объекта еще на стадии проектирования. Результаты такого теоретического исследования можно затем использовать для проектирования высокоэффективных систем автоматического регулирования. В связи с этим проблема математического моделирования и автоматизации технологических процессов абсорбции в аппаратах с вертикальными контактными решетками является актуальной.

Настоящая выпускная квалификационная работа посвящена исследованию системы автоматического управления процессом очистки нефтяного газа от сероводорода на УДП «Мубарекский ГПЗ».

ГЛАВА 1. ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И СХЕМЫ УСТАНОВКИ ОЧИСТКИ НЕФТЯНОГО ГАЗА ОТ СЕРОВОДОРОДА

1.1. Краткое описание и техническая характеристика объекта

Установки сероочистки газа №№ 19-21 общей мощностью 6,0 млрд. м³ в год по сырьевому газу проектировались в связи с необходимостью компенсации выбывающих мощностей, обусловленной выводом из эксплуатации сероочистных установок первой очереди.

Блоки универсальны в плане возможности переработки как высокосернистого, так и малосернистого газа при сохранении производительности (2,0 млрд. м³ каждый) и использовании в качестве абсорбента аминовых растворов.

Проектирование блоков №№ 19-21 выполнено институтом «Гипрогазоочистка» (г. Москва).

Производимая продукция - очищенный природный газ, качество которого после осушки на пропановой холодильной установке должно соответствовать требованиям О'zDSt 948:1999 «Газы горючие природные, подаваемые в магистральные газопроводы. Технические условия».

В качестве полупродуктов на установке сероочистки получают:

- кислые газы, являющиеся при переработке высокосернистого газа сырьем для установок получения серы;
- экспанзерные газы, используемые в качестве затворных на факелах;
- конденсат газовый нестабильный, направляемый на установку выветривания конденсата.

Для очистки газа от кислых компонентов принят этаноламиновый способ, так же, как и на ранее введенных в эксплуатацию установках.

В качестве поглотительного раствора в процессе очистки используется 30-40%-ный водный раствор метилдиэтанолamina.

Применение метилдиэтанолamina в качестве поглотителя при соблюдении в абсорбере соответствующих условий дает возможность

проведения селективной абсорбции сероводорода в присутствии углекислоты. В результате селективности сероводород из сырьевого газа практически извлекается полностью, а углекислота - частично.

Селективность процесса зависит от многих факторов - температуры, давления, кратности циркуляции, высоты аппарата, требуемой степени очистки, соотношения сероводорода и углекислоты в исходном газе.

Проскок углекислоты с очищенным газом увеличивается с понижением концентрации сероводорода в сырье. При определенной концентрации сероводорода в сырьевом газе основными факторами, определяющими проскок углекислоты, являются температура и высота аппарата, причем с уменьшением последней возрастает избирательность извлечения H_2S в присутствии CO_2 , т.е. растет проскок CO_2 с очищенным газом.

Применение МДЭА в качестве абсорбента дает возможность повысить концентрацию сероводорода в кислых газах, получающегося при переработке высокосернистых газов и поступающих на производство серы. Кроме того, при использовании МДЭА сокращается количество циркулирующего поглотительного раствора и, следовательно, имеет место экономия энергоресурсов (пара, электроэнергии).

Оборудование установок одинаково и рассчитано для условий очистки высокосернистого газа раствором МДЭА, т.е. на наибольшее количество циркулирующего раствора при степени насыщения кислыми компонентами 0,65 молей кислого газа на моль амина.

Для рационального использования охлаждающей воды применена разветвленная схема подачи раствора в абсорбер, т.е. большая часть раствора подается в середину аппарата непосредственно после аппаратов воздушного охлаждения, а другая часть, перед подачей вверх абсорбера, доохлаждается в водяных холодильниках.

При МДЭА-очистке поглотительный раствор вводится в одну точку при пониженной температуре: на 20-ю тарелку при очистке высокосернистого газа и на 12-ю тарелку при очистке малосернистого газа.

На установках №№ 19-21 применены десорберы переменного сечения и охлаждение парогазовой смеси осуществляется за счет непосредственного контакта с охлажденной флегмой, циркулирующей в системе.

Экспанзеры установок снабжены насадочной колонкой, предназначенной для очистки от сероводорода и углекислоты газов выветривания.

При очистке малосернистого газа раствором МДЭА газы выветривания можно не очищать от сероводорода.

Для охлаждения регенерированного раствора и циркулирующей воды используются аппараты воздушного охлаждения.

Для вывода из системы механических примесей и вспенивающих агентов предусмотрен узел фильтрации, включающий в себя угольный фильтр и патронный фильтр для улавливания угольной пыли.

Все три блока имеют автономные узлы предварительной подготовки газа (УППГ), причем УППГ блоков №№ 19, 20 расположены на технологической площадке блока № 19.

Узлы предварительной подготовки газа блоков №№ 19, 20, 21 предназначены для снижения влагосодержания в очищенном газе, выходящем с блоков сероочистки. С этой целью схема установки УППГ содержит аппарат воздушного охлаждения ХВ-3, водяной холодильник Х-4 для охлаждения очищенного газа и сепаратор Е-13 (14,15) для отделения сконденсировавшейся влаги.

Очищенный газ после УППГ через двухниточный (рабочий и резервный) замерный узел поступает на УНТС ПХК для осушки.

Узлы предварительной подготовки газа блоков №№ 19, 20, 21 идентичны по набору и компоновке оборудования.

Оборудование установок в основном российское, за исключением отдельных видов арматуры.

Система автоматического управления процессом расположена в операторной. Спецификация основного технологического оборудования приведена на табл.1.1.

Спецификация основного технологического оборудования

Таблица 1.1

| Индекс по схеме | Наименование аппарата | Кол-во | Материал | Среда | Технологическая Характеристика | | Расчетные параметры | | Основные размеры | | Номер паспорта |
|------------------|--------------------------------|--------|--------------------|---|------------------------------------|--|---------------------|---------------|------------------|------------------|-------------------------|
| | | | | | Кол-во тарелок, труб | Поверхность т/обмена, м ² объем м ³ | Температура, °С | Давление, МПа | Диаметр, м | Длина, высота, м | |
| К-1 | Абсорбер | 3 | 09Г2С | сырьевой газ нас. р-р амина рег. р-р амина очищенный газ | 28шт | 216 м ³ | 75 | 6,1 | 3,4 | 27,41 | 47296 47267 47295 |
| К-2 | Десорбер | 3 | 16ГС-3 | кислый газ нас. раствор циркул. вода рег. раствор | 31шт. с учет. глух. 33шт. | 291 м ³ | 150 | 0,6 | 3,8/2,8 | 38,90 | 47300 47298 47299 |
| Е-1 | Сепаратор первичный | 3 | 20ЮЧ | природный газ газоконденсат | - | 40 м ³ | 100 | 6,3 | 2,4 | 9,84 | 3552 3551 3550 |
| Е-2 | Сепаратор неочищен. газа | 3 | 20ЮЧ | природный газ газоконденсат | - | 28 м ³ | 100 | 6,1 | 2,4 | 8,36 | 47268 47267 47266 |
| Е-3 | Сепаратор очищенного газа | 3 | 16ГС-3 | очищенный газ водный р-р амина | - | 100 м ³ | 100 | 6,3 | 3,0 | 15,54 | 47269 47280 47281 |
| Е-4 | Выветриватель с абсорбером К-3 | 3 | 20ЮЧ | насыщенный р-р амина газы выветрив. | - | 100/2,72 м ³ | 100 | 1,6/1,6 | 3,2/ 0,6 | 13,03/ 10,14 | 3547 3535 3536 |
| Х-1 | Холодильник раствора | 3 | 16ГС | труб. пр-во вода межтруб. пр-во водн. р-р. амина | 1934шт. | 1093 м ² 5,0 м ³ 8,2 м ³ | 50 100 | 1,0 9,4 | 1,4 | 10,25 | 2401 2402 2403 |
| Х-2/1,2 196л. | Конденсатор | 2 | Вст3сп5 | труб. пр-во вода межтруб. пр-во водн. р-р. амина | 1165шт. 25x2 | 544 м ² 3,39 м ³ 3,19 м ³ | 39,6 46 | 0,6 1,0 | 1,2 | 7,16 | 84- 2754/4,7 |
| Х-2/1,2 206л. | Конденсатор | 2 | Вст3сп5 | труб. пр-во вода межтруб. пр-во водн. р-р. амина | 1165шт. 25x2 | 544 м ² 3,39 м ³ 3,19 м ³ | 100 | 0,6 1,0 | 1,2 | 7,16 | 84-2754/4,7 |
| Х-2/1,2 216л. | Конденсатор | 2 | Вст3сп5 16ГС-12 | труб. пр-во вода межтруб. пр-во водн. р-р. амина | 1801шт. 20x2 | 671 м ² 3,71 м ³ 3,32 м ³ | 38,2 45,5 | 0,6 | 1,2 | 7,30 | 96-4127/1,2 |

Продолжение таблицы 1

| Индекс по схеме | Наименование аппарата | Кол-во | Материал | среда | Технологическая Характеристика | | Расчетные параметры | | Основные размеры | | Номер паспорта |
|-----------------------|----------------------------|--------|--------------------------|--|--------------------------------|--|---------------------|---------------|------------------|------------------|-------------------------|
| | | | | | Кол-во тарелок-труб | Поверхность т/обмена, м ² объем м ³ | Температура, °С | Давление, МПа | Диаметр, М | Длина, высота, м | |
| Е-12 | Сборник параконденсата | 3 | 16ГС-17 | парконденсат | - | 0,8 м ³ | 200 | 2,1 | 1,6 | 4,3 | 6106 6105 6103 |
| Т-3а.б 19,20бл | Испаритель | 4 | Вст3сп5 12х18Н 10Т | труб. пр-во раствор амина межтр. пр-во пар | 3366шт. 25х2 | 779 м ² 16,51 м ³ 4,355 м ³ | 100 200 | 1,0 | 2,0 | 7,49 | 89- 8348/3, 4,8,6 |
| Т-2/1,2 21бл | Испаритель | 2 | 09Г2С-12 | Тр. пр-во р-р амина межтр. пр-во пар | 3319шт. 25х2 | 779 м ² 16,51 м ³ 4,355 м ³ | 100 200 | 1,0 | 2,0 | 7,49 | 94- 2388/1,2 |
| Т-1/1 19бл | Теплообменник раствора | 1 | 09Г2С-3 | труб. пр-во нас.р-р амина межтр. пр-во рег.р-р амина | 2930шт. 20х2 | 1104 м ² 6,2 м ³ 6,9 м ³ | 150 | 1,6 | 1,6 | 7,65 | 2381 |
| Т-1/2,3 19бл | Теплообменник раствора | 2 | 09Г2С-3 | труб. пр-во нас.р-р амина межтр. пр-во рег.р-р амина | 2930шт. 20х2 | 1104 м ² 6,2 м ³ 6,9 м ³ | 150 | 1,6 | 1,6 | 7,86 | 2801 2800 |
| Т-1/1,2 20бл | Теплообменник раствора | 2 | 09Г2С-3 | труб. пр-во нас.р-р амина межтр. пр-во рег.р-р амина | 2930шт. 20х2 | 1104 м ² 6,2 м ³ 6,9 м ³ | 150 | 1,6 | 1,6 | 7,86 | 2310 2311 |
| Т-1/3 20бл | Теплообменник раствора | 1 | 16ГС | тр.пр-во нас.р-р межтр.пр.рег.р-р | 2985шт. 20х2 | 1125 м ² 5,77 м ³ 7,1 м ³ | 150 | 1,6 | 1,6 | 7,65 | 2372 |
| Т-1/1,2, 3 21бл | Теплообменник раствора | 3 | 09Г2С-3 | труб. пр-во нас.р-р амина межтр. пр-во рег.р-р амина | 2930шт. 20х2 | 1104 м ² 6,2 м ³ 6,9 м ³ | 150 | 1,6 | 1,6 | 7,86 | 2833 2822 2834 |
| Х-3 19бл | Конденсатор | 1 | Вст3сп5 16ГС-12 | труб. пр-во вода межтруб. пр-во кислая вода | 1165шт. 25х2 | 544 м ² 3,71 м ³ 3,32 м ³ | 39,6 46 | 0,6 1,0 | 1,2 | 7,30 | 89- 8350/5 |
| Х-3 20бл | Конденсатор | 1 | Вст3сп5 | труб. пр-во вода межтруб. пр-во кислая вода | 1165шт. 25х2 | 544 м ² 3,71 м ³ 3,32 м ³ | 100 | 0,6 1,0 | 1,2 | 7,16 | 84- 2754/1 |
| Х-3 21бл | Конденсатор | 1 | Вст3сп5 | труб. пр-во вода межтруб. пр-во кислая вода | 1165шт. 25х2 | 544 м ² 3,71 м ³ 3,32 м ³ | 100 | 0,6 1,0 | 1,2 | 7,30 | 96- 4128/1 |
| Е-5 | Емкость циркулирующей воды | 3 | 20ЮЧ | Циркулирующая с растворенным Н ₂ S, парогазовая смесь | - | 25 м ³ | 100 | 0,6 | 2,4 | 6,14 | 47423 47424 47422 |

Продолжение таблицы 1

| Индекс по схеме | Наименование аппарата | Кол-во | Материал | Среда | Технологическая Характеристика | | Расчетные параметры | | Основные размеры | | Номер паспорта |
|-------------------|--|--------|---------------|---|--------------------------------|--|---------------------|---------------|------------------|-----------------------|-------------------------|
| | | | | | Колво тарелок труб | Поверхность т/обмена, м ² объем м ³ | Температура, °С | Давление, МПа | Диаметр, м | Длина, высота, м | |
| Х-4 | Холодильник водяной | 3 | 16ГС-3 | труб. пр-во вода межтруб. пр-во очищенный газ | 1676шт. 20x2 | 947 м ² 4,3 м ³ 6,3 м ³ | 50 100 | 1,0 5,5 | 1,2 | 10,37 | 2715 2714 2679 |
| Е-11 19,21бл | Воздухосборник | 2 | 09Г2С-6 | воздух КИП | - | 10 м ³ | 100 | 0,81 | 1,6 | 5,54 | 44 54 |
| Е-11 20бл | Воздухосборник | 2 | 09Г2С-6 | воздух КИП | - | 10 м ³ | 100 | 0,81 | 1,6 | 5,54 | 58 64 |
| Е- Е-13, 14,15 | Сепаратор | 3 | 16ГС | очищенный газ | - | 23 м ³ | 50 | 5,5 | 2,4 | 6,93 | 47429 47430 47426 |
| ХВ-3 | Аппарат воздушного охлаждения 1АВЗ-20-Ж-6, 3- 6,1-ГЗ-П/6-1-6 | 3 | 18х18Н 10Т | очищенный газ | - | - | 100 45 | 6.3 | - | 6,38 x 6,38 x 6,09 | 293 1093 |

1.2. Описание технологической схемы

1.2.1. Описание схемы установки сероочистки газа

Описание технологической схемы приводится для очистки природного газа водным раствором МДЭА на одном блоке.

Природный сырьевой газ, подлежащий очистке, с температурой до 40 °С и давлением до 5,5 МПа в количестве примерно 250000 м³ в час проходит последовательно через сепараторы горизонтальный Е-1 и вертикальный Е-2, где происходит отделение от газа капельной жидкости (жидкие углеводороды + вода), которая поступает в цех №1 на установку, выветривания. Далее газ поступает под полуглухую тарелку абсорбера К-1 (Приложение 1).

В абсорбере К-1 происходит очистка газа от сероводорода и частично от углекислоты в процессе контактирования газа с 30-40 %-ным водным раствором МДЭА.

Очищенный газ сверху абсорбера с температурой до 68 °С и давлением до 5,4 МПа поступает в сепаратор очищенного газа Е-3 для отделения капель раствора, унесенных с газом после ситчатого отбойника абсорбера.

Е-3 служит также для приема выбросов, которые могут иметь место при вспенивании раствора в случае накопления в последнем вспенивающих агентов. При достижении уровня жидкости в Е-3 80 % и более, автоматически открывается клапан-отсекатель и насыщенный раствор поступает в Е-4. При снижении уровня ниже 15% клапан-отсекатель закрывается.

Далее очищенный газ подается на узел предварительной подготовки газа в аппарат воздушного охлаждения ХВ-3, где охлаждается до температуры 50 °С.

Затем очищенный газ проходит межтрубное пространство водяного холодильника Х-4. Температура его при этом снижается до 45 °С.

Технологическая цепочка УППГ завершается вертикальным сепаратором Е-13, где происходит отделение сконденсировавшейся при охлаждении влаги от газовой фазы. Очищенный газ после УППГ через двухниточный (рабочий и резервный) замерный узел поступает на УНТС ПХК для осушки. Жидкая фаза из Е-13 - в цех №1 на установку выветривания.

1.2.2. Описание схемы регенерации раствора амина

Насыщенный кислыми компонентами раствор МДЭА из абсорбера К-1 поступает в выветриватель Е-4. Температура выходящего из абсорбера раствора в пределах до 73 °С. В выветривателе (экспанзере) происходит частичная дегазация насыщенного раствора МДЭА, т.е. отделение от раствора газов, "выкипающих" при снижении давления раствора на регулирующем уровне в К-1 клапане. Газы выветривания содержат в основном легкие углеводороды, растворение которых в МДЭА имело место в процессе абсорбции под высоким давлением. В газах выветривания присутствуют также H_2S и CO_2 в соответствии с упругостью их паров над раствором и пары воды.

При очистке высокосернистого газа содержание кислых компонентов в газе выветривания довольно высокое и предусматривается очистка экспанзерного газа в абсорбере К-3, установленном непосредственно на выветривателе, тем же аминовым раствором, что подается на орошение в К-1. В абсорбере выветривателя осуществляется очистка газа от H_2S и CO_2 по принципу, аналогичному процессу в К-1.

Расход орошения в К-3 на уровне 10-15 м³/ч. Давление в абсорбере К-3 и выветривателе Е-4, с учетом их конструктивных особенностей, равно ~

0,6 МПа. При очистке малосернистого сырьевого газа раствором МДЭА газы выветривания можно не подвергать очистке в К-3.

Расход газов выветривания в пределах 250-500 nm^3/h . Из выветривателя Е-4 насыщенный раствор МДЭА с температурой до 73 °С и давлением до 0,6 МПа поступает в трубное пространство теплообменников раствора Т-1/1, 2, 3, в которых происходит нагрев насыщенного раствора горячим регенерированным раствором до температуры 105 °С. Затем раствор подается на регенерацию в десорбер К-2.

В качестве десорбера используется колонный аппарат переменного сечения. Охлаждение парогазовой смеси осуществляется путем непосредственного контакта с охлажденной флегмой, циркулирующей в замкнутом цикле. Это дает возможность отказаться от аппаратов воздушного охлаждения из высоколегированных сталей для кислых газов и сократить потери амина. Исключается также возможность замерзания трубок АВО в зимний период.

Выделение из насыщенного раствора поглощенных кислых газов происходит за счет тепла конденсации водяного пара в испарителях Т-2.

Нагрев раствора до 125 °С осуществляется водяным паром давлением до 0,5 МПа. Регенерированный раствор из десорбера К-2 с температурой до 125 °С поступает в межтрубное пространство теплообменников Т-1/1, 2, 3, где отдает свое тепло прямому потоку насыщенного раствора МДЭА, охлаждаясь при этом до 98 °С.

Далее раствор поступает в аппараты воздушного охлаждения ХВ-1 и выходит с них с температурой до 70 °С. Температура после АВО поддерживается на уровне до 70 °С путем последовательного отключения (включения) по одному вентилятору в каждом аппарате с интервалом в 15 - 20 минут, т.е. путем изменения расхода воздуха.

Регенерированный раствор МДЭА после ХВ-1 поступает в сборник регенерированного раствора Е-7.

При очистке природного газа раствором МДЭА, последний забирается из сборника регенерированного раствора Е-7 насосом Н-5 и подается в холодильники Х-2. В холодильниках раствор охлаждается оборотной водой до температуры до 67 °С, затем подается на прием циркуляционного насоса Н-1 и далее в К-1, при очистке высокосернистого газа на 20-ю тарелку.

В жаркое время года во избежание повышения температуры раствора МДЭА после холодильников Х-2 часть раствора (35 % от общего количества) доохлаждается в холодильнике Х-1 для поддержания после смешения потоков необходимой температуры на уровне 67 °С перед подачей раствора в абсорбер.

При очистке малосернистого природного газа раствором МДЭА поглотительный раствор подается на 12-ю тарелку. На установке имеется возможность подачи раствора абсорбента МДЭА на тарелки 12-ю, 20-ю и 28-ю как минуя холодильники, Х-1, Х-2, так и через них.

Таким образом, цикл раствора замыкается.

1.2.3. Описание схемы подготовки кислых газов

Парогазовая смесь, содержащая кислые газы (H_2S , CO_2) и пары воды, из отпарной части десорбера К-2 поступает в верхнюю, конденсационную часть, где происходит охлаждение кислого газа и конденсация основного количества водяного пара.

Охлаждение осуществляется циркулирующей флегмой с температурой до 45 °С непосредственным контактом на тарелках.

При переработке высокосернистых газов из верхней части десорбера К-2 охлажденный кислый газ с температурой до 60 °С и содержанием водяных паров до 5% расходом примерно 21000 м³/h направляется на установку производства серы. Кислый газ получающегося при переработке малосернистого газа сбрасывается на ФНД.

Давление в десорбере К-2 в пределах 0,08 - 0,12 МПа. Нагретая флегма в смеси со сконденсировавшимися водяными парами с глухой тарелки конденсационной части десорбера поступает в сборник Е-5, который соединен с К-2 уравнивающей линией. Из сборника Е-5 кислая вода забирается насосом Н-2.

Часть флегмы после насоса Н-2 (11–12 м³/h) подается вверх десорбера с температурой до 99 °С и давлением до 0,1 МПа.

Другая часть воды (циркулирующая вода) подается насосами Н-2 в аппарат воздушного охлаждения ХВ-2. Необходимая температура до 60 °С поддерживается путем последовательного включения (отключения) с интервалом 15-20 минут одного вентилятора в каждом аппарате.

В жаркий период времени года флегма доохлаждается в холодильнике Х-3 оборотной водой.

Охлажденная флегма поступает вверх конденсационной части десорбера К-2. Количество флегмы в порядке 130 – 140 м³/h, зависит от температуры выходящего из К-2 кислого газа.

В случае необходимости осуществляется подпитка системы циркулирующей флегмы охлажденным паровым конденсатом.

1.2.4. Описание схемы фильтрации раствора амина

Для очистки раствора от механических и других примесей предусматривается фильтрация раствора.

Регенерированный раствор из сборника Е-7 насосом Н-5 подается на угольный фильтр Ф-2, который служит для улавливания механических примесей и смолистых веществ, вызывающих вспенивание раствора.

Для задержания угольной пыли, уносимой раствором из фильтра Ф-2, предусматривается подача раствора в патронный фильтр Ф-3, снабженный фильтрующей тканью.

Отфильтрованный раствор после фильтров Ф-2, Ф-3 поступает в сборник раствора Е-7.

Предусмотрена подача грязного раствора из дренажной емкости Е-8 насосом Н-14 в систему фильтрации.

1.3. Требования к сырью, товарной продукции, химических реагентам

Сырье. Исходным сырьем для установки сероочистки являются газы ряда месторождений УДП "Мубарекнефтегаз".

При нормальных условиях газ бесцветен, тяжелее воздуха, с характерным запахом тухлых яиц из-за присутствия в нем сероводорода.

Сведения о составе газа по месторождениям приводятся ниже (табл.1.2).

Таблица 1.2

Компонентный состав газа по месторождениям

| Наименование месторождения | Содержание, % объемные | | | | | | | |
|-------------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------|
| | H ₂ S | CO ₂ | CH ₄ | C ₂ H ₆ | C ₃ H ₈ | C ₄ H ₁₀ | C ₅ H ₁₂₊ | N ₂₊ |
| Высокосернистые месторождения | | | | | | | | |
| 1.Урта-Булак | 5,00 | 4,70 | 86,32 | 1,80 | 0,27 | 0,15 | 0,36 | 1,40 |
| 2.Хаузак-Денгизкуль | 3,0 | 4,65 | 89,90 | 1,65 | 0,30 | 0,12 | 0,14 | 0,24 |
| Малосернистые месторождения | | | | | | | | |
| 3.Зеварды | 0,05 | 4,41 | 90,16 | 3,61 | 0,78 | 0,34 | 1,20 | 0,23 |
| 4.Култук | 0,08 | 3,75 | 90,23 | 3,56 | 0,82 | 0,34 | 0,37 | 0,45 |
| 5.Памук | 0,04 | 3,67 | 90,67 | 3,74 | 0,84 | 0,38 | 0,23 | 0,43 |
| 6.Алан | 0,07 | 4,37 | 90,29 | 3,56 | 0,76 | 0,32 | 0,19 | 0,44 |
| 7.Кокдумалак | 0,04 | 4,18 | 90,46 | 3,49 | 0,78 | 0,36 | 0,30 | 0,39 |

Сырьевой газ на установки поступает с промыслов с температурой до 40 °С и с температурой точки росы в соответствии с KSt 05786726 - 04:2008 и KSt 05786726-05:2008.

В сырьевом газе присутствуют меркаптаны RSH, причем в высокосернистом газе их содержание достигает до 100 мг /м³.

Природный сырьевой газ бесцветен, горюч, токсичен из-за содержащихся в нем соединений серы, взрывоопасен. ПДК в воздухе рабочей зоны - 3 мг /м³.

Продукция. Продукцией установок №№ 19-21 является очищенный природный газ, качество которого после осушки на пропановой холодильной установке должно соответствовать требованиям O'zDSt 948:1999 «Газы горючие природные, подаваемые в магистральные газопроводы. Технические условия», с изменением № 1,2,3.

Таблица 1.3

Физико-химические показатели товарных газов

| Наименование показателей | Значение по O'zDSt 948:1999 | | Метод испытания |
|---|--|--------------|--|
| | Летом | Зимой | |
| 1 Теплота сгорания низшая, MJ/m ³ (kcal/m ³) при 20 °C и 101,325 кПа | Не нормируется. Определение обязательно | | ГОСТ 27193 ГОСТ 22667 ГОСТ 10062 |
| 2 Область значений числа Воббе (высшего), MJ/m ³ (kcal/ m ³) | То же | | ГОСТ 22667 |
| 3 Массовая концентрация сероводорода, g/m ³ , не более | 0,007 | 0,007 | ГОСТ 22387.2 |
| 4 Массовая концентрация меркаптановой серы, g/m ³ , не более | 0,016 | 0,016 | ГОСТ 22387.2 |
| 5 Объемная доля кислорода, %, не более | 0,5 | 0,5 | ГОСТ 23781-87 |
| 6 Масса механических примесей в 1 м ³ , g, не более | 0,001 | 0,001 | ГОСТ 22387.4 |
| 7 Температура точки росы, °C, не выше: по влаге по углеводородам | 0 0 | минус 5 0 | ГОСТ 20060 ГОСТ 20061 |
| 8 Температура газа на входе и в самом трубопроводе, °C | Устанавливается проектом | | |

Очищенный природный газ при нормальных условиях представляет собой смесь газообразных углеводородов ряда метана и неуглеводородных компонентов - азота, двуокиси углерода, паров воды.

Основным компонентом природного газа является метан.

Очищенный природный газ не обладает особо токсическим действием, но может оказывать наркотическое действие. При 33%-ной концентрации в воздухе появляются симптомы удушья от недостатка кислорода. При 75%-ной - наступает смерть.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) в воздухе рабочей зоны – 300 мг /м³.

Полупродукты

Экспанзерный газ. Газ выветривания из насыщенного раствора амина при снижении давления в экспанзере Е-4 до 0,6 МПа содержит в основном легкие углеводороды, которые были растворены в сольвенте в процессе абсорбции при высоком давлении.

Экспанзерный газ для МДЭА-очистки высокосернистого газа имеет следующий состав (табл.1.4).

Таблица 1.4

Состав экспанзерного газа при очистке высокосернистого газа

| Наименование показателя | Единица измерения | Норма | | Примечание |
|----------------------------|-------------------|-------------|------------|--|
| | | неочищенный | по проекту | |
| 1.Содержание сероводорода | % об. | до 4,0 | до 0,005 | Хроматографический метод анализа по требованию |
| 2.Содержание углекислоты | % об. | до 14,1 | до 2,0 | |
| 3.Содержание паров воды | % об. | до 1,0 | до 1,0 | |
| 4.Содержание углеводородов | % об. | 80,9 | до 99,0 | |

Экспанзерный газ при очистке малосернистого газа раствором МДЭА имеет следующий состав (табл.1.5).

Таблица 1.5

Состав экспанзерного газа при очистке малосернистого газа

| Наименование показателя | Единица измерения | Норма | | Примечание |
|----------------------------|-------------------|-------------|------------|--|
| | | неочищенный | по проекту | |
| 1.Содержание сероводорода | % об. | до 0,03 | 0,03 * | Хроматографический метод анализа по требованию |
| 2.Содержание углекислоты | % об. | до 0,14 | 0,14 * | |
| 3.Содержание паров воды | % об. | до 0,83 | 0,9 | |
| 4.Содержание углеводородов | % об. | 99,1 | 99,0 | |

Примечание: * - газы выветривания при МДЭА-очистке малосернистого газа доочистке от сероводорода не подвергаются

Кислый газ на производство серы. Кислый газ, выделившийся из насыщенного раствора в процессе десорбции при переработке малосернистого газа, имеет следующую характеристику (табл.1.6):

Таблица 1.6

Состав кислого малосернистого газа

| Наименование показателя | Единица измерения | Норма по проекту | Примечание |
|--------------------------------------|-------------------|------------------|--|
| 1.Содержание сероводорода, не менее | % об. | 3,0 | Хроматографический метод анализа, проверка обязательна согласно графику лабораторного контроля |
| 2.Содержание углекислоты, не более | % об. | 92,0 | |
| 3.Содержание воды, не более | % об. | 4,0 | |
| 4.Содержание углеводородов, не более | % об. | 1,0 | |

Кислый газ, получающийся при переработке высокосернистого газа, как сырье процесса Клауса должен соответствовать следующим требованиям (табл.1.7):

Состав кислого высокосернистого газа

| Наименование показателя | Единица измерения | Норма по проекту | Примечание |
|--------------------------------------|-------------------|------------------|--|
| 1.Содержание сероводорода, не менее | % об. | 49,0 | Хроматографический метод анализа, проверка обязательна согласно графику лабораторного контроля |
| 2.Содержание углекислоты, не более | % об. | 41,0 | |
| 3.Содержание воды, не более | % об. | 5,0 | |
| 4.Содержание углеводородов, не более | % об. | 1,0 | |

Кислые газы как из малосернистого сырья, так и из высокосернистого высокотоксичны, коррозионно-агрессивны, взрывоопасны.

Конденсат паровой. С узла десорбции установки сероочистки возвращается паровой конденсат с температурой порядка 130 °С, качество которого устанавливается ежегодным договором с поставщиком тепла – ОАО «Мубарекской ТЭЦ».

Реагенты

Метилдиэтаноламин технический (МДЭА) ТУ 2423-005-11159873.

МДЭА применяют для очистки природного газа от кислых компонентов.

Молекулярная масса - 119,2.

Формула МДЭА - C₅H₁₁N(OH)₂ или в развернутом виде



Состояние - маслянистая горючая жидкость, по степени воздействия на организм человека относится к 3 классу опасности по ГОСТ 12.1.007. Предельно допустимая концентрация МДЭА в воздухе рабочей зоны по ГОСТ 12.1.005 – 5 мг/м³. В присутствии других веществ и факторов

производственной среды МДЭА токсичных соединений в воздухе рабочей зоны не образует.

Цвет от светло - до темно-желтого, запах специфический, коррозионная активность и пенообразующие свойства аналогичны аминам типа ДЭА. МДЭА технический - малолетучее вещество. Давление насыщенных паров при стандартных условиях менее 1,33 Pa (10,01 mm Hg)

Взрывоопасных смесей с воздухом МДЭА не образует. При загорании МДЭА необходимо применять пенные или углекислотные огнетушители и воду компактной или распыленной струей (табл.1.8).

Таблица 1.8

Основные нормативные показатели свойства МДЭА

| Наименование показателя | Единица измерения | Норма по ТУ 2423-005-11159873 | | Отметка об обязательности контроля |
|--|-------------------|--|-------------|------------------------------------|
| | | высший сорт | первый сорт | |
| Внешний вид | | Прозрачная жидкость без механических включений | | Визуально |
| Плотность при 20 °С | g/cm ³ | 1,036 - 1,042 | 1,036-1,042 | Определение по требованию |
| Массовая доля метил-диэтанолamina, не менее | % | 99,0 | 98,5 | Определение обязательно |
| Массовая доля примесей, не более: | % | 1,0 | 1,5 | Определение по требованию |
| в том числе: массовая доля высококипящих, не более | % | 0,2 | | |

Основные нормативные показатели свойств активированных углей

| Наименование показателя | Единица измерения | Норма по ГОСТ | Примечание |
|--|--------------------|--|------------|
| 1. Фракционный состав: массовая доля остатка на сите с полотном: | % | N36 - 0,4 N28 - 3,0 N15 - 86,0 N10 - 10,0 | |
| 2. Плотность | g/dm ³ | 400-550 | |
| Марка DX-30 | | | |
| Объем пор | cm ³ /g | 0,8 | - |
| Фракционный состав | % | 96 | - |
| Диаметр частиц | mm | 2,0-3,0 | - |
| Прочность на истирание | % | 96,6 | - |
| Зольность | % | 5 | - |
| pH | - | 7 | - |
| Показатель адсорбции метиленовой сини | cm ³ /g | 180 | - |
| Кажущаяся плотность | kg/m ³ | 592 | - |

Антивспениватель «DANOX AF –200» (ГОСТ 9.506)

Основные нормативные показатели свойств антивспенивателя

| DANOX AF –200 ГОСТ 9.506 | | | |
|--------------------------|-------------------|---|-----------|
| Внешний вид | - | Жидкость | Визуально |
| Плотность при 20 °С | g/cm ³ | 0,818-0,823 | - |
| Температура возгорания | °С | 63 | - |
| Температура кипения | °С | > 193 | - |
| Температура замерзания | °С | < 30 | - |
| Растворимость при 20 °С | - | Растворим в нефти, изопропанол, гексане | - |

Антивспениватель «DANOX AF-200» - силиконовое соединение. Представляет собой жидкость беловатого цвета. В процессе использования и хранения рекомендуется избегать сильных оксидных агентов. Способ хранения – в плотно закрытых контейнерах. Легко растворим в органических растворителях. При применении рекомендуется избегать контакта с кожей, глазами, не вдыхать испарений. При попадании в организм оральным путем возможно поражение легких.

ГЛАВА II. СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОЧИСТКИ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА ОТ СЕРОВОДОРОДА

2.1. Описание системы автоматического управления малогабаритной блочной установки очистки попутного нефтяного газа от сероводорода

Регулируемый процесс является процессом очистки природного газа, цель которого - удаление 3%-4% содержания сероводорода из газа перед тем, как он будет использован в другом промышленном процессе.

Система управления предназначена для контроля и регулирования параметров процесса, показа информации в операторной или по месту, а также для аварийной остановки процесса, без непосредственного присутствия на площадке обслуживающего персонала. Вывод всех необходимых данных производится в общую операторную станцию промысла.

При сохранении теплового режима работы абсорбера качество получаемой продукции можно регулировать, изменяя количество поступающего на установку неочищенного газа и содержание в нем кислых компонентов, а также изменяя количество и качество абсорбента.

Целенаправленно изменять расход и состав газа, поступающего на очистку, практически невозможно из-за того, что на установку поступают газы с разных месторождений, имеющих различное содержание сероводорода и со значительно изменяющимися расходами.

Построение контура управления качеством очищенного газа в зависимости от качества абсорбента также представляется затруднительным из-за наличия сложных взаимосвязей между процессами насыщения и регенерации абсорбента на установке.

Наиболее удобным регулирующим воздействием на содержание сероводорода в очищенном газе является количество абсорбента, вовлекаемого в процесс очистки газа.

Схема управления процессом очистки газа представлена на рис. 2.1.

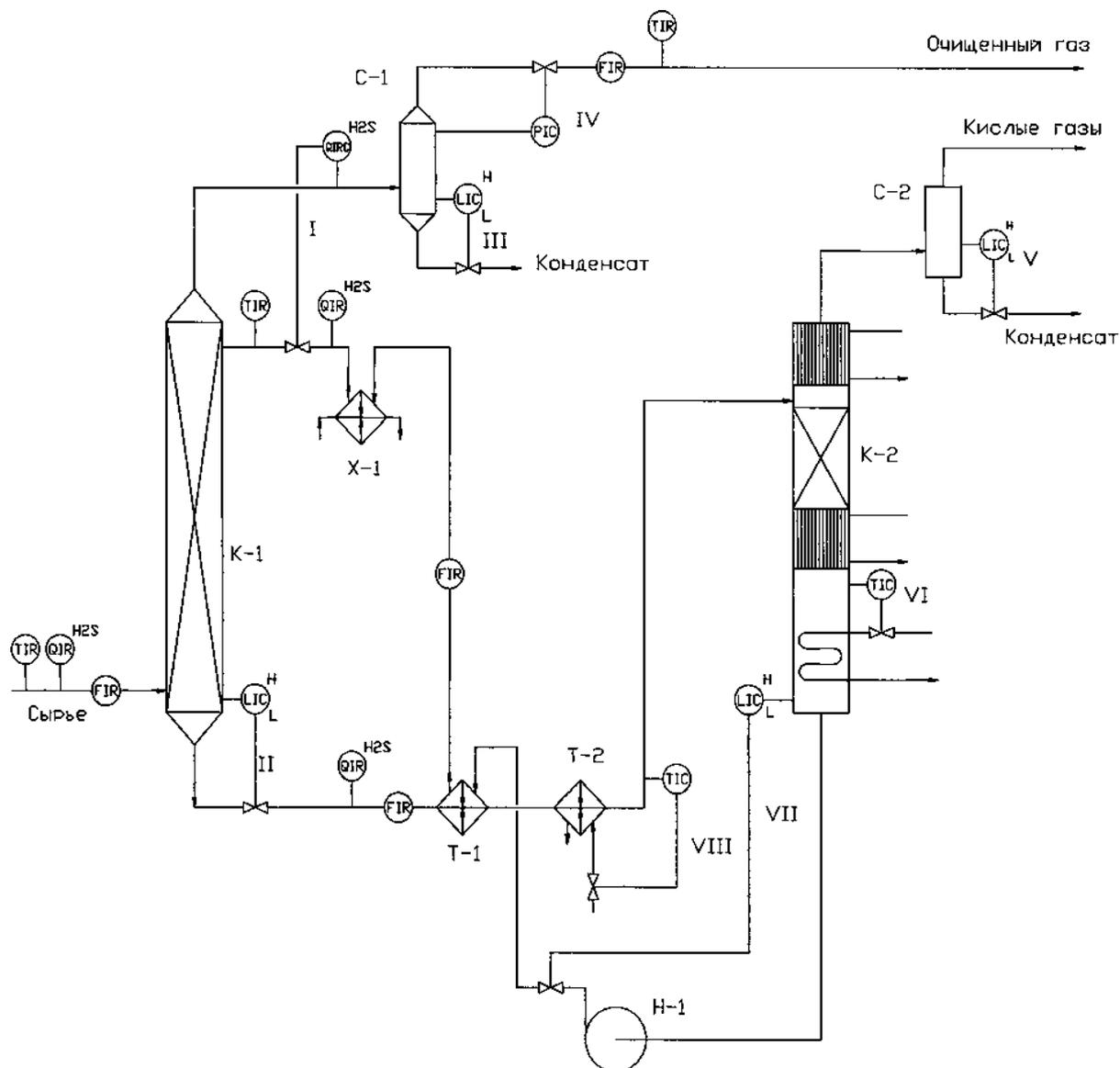


Рис. 2.1. Схема управления установки очистки природного газа.

К-1 - абсорбер, К-2 - десорбер, С-1, С-2 - сепараторы, Т-1 - рекуперационный теплообменник, Т-2 - паровой нагреватель, Х-1 - водяной холодильник, Н-1 - насос; I - контур регулирования качества очищенного газа, II - контур регулирования уровня жидкости в кубе абсорбера, III - контур регулирования уровня жидкости в сепараторе С-1, IV - контур регулирования давления в системе абсорбер - сепаратор, V - контур регулирования уровня жидкости в сепараторе С-2, VI - контур регулирования температуры в кубе десорбера, VII - контур регулирования уровня жидкости в кубе десорбера, VIII - контур регулирования температуры насыщенного абсорбента.

Сероводородсодержащий углеводородный газ, содержание сероводорода в котором, его температура и расход контролируются соответствующими приборами, поступает в нижнюю часть абсорбера К-1. Поднимаясь вертикально вверх по высоте абсорбера, газ, содержащий сероводород, контактирует со стекающим сверху раствором (абсорбентом). На контактных устройствах абсорбера (насадка АВР) происходит интенсивное взаимодействие фаз, в результате чего сероводород переходит из газовой фазы в жидкую. Очищенный от сероводорода газ покидает верхнюю часть абсорбера и поступает в сепаратор С-1, где из него сепарируется унесенный газом абсорбент. Качество очищенного газа регулируется подачей абсорбента (контур I), с контролем его температуры, расхода и содержанием сероводорода.

Уровень сконденсированного абсорбента в сепараторе С-1 регулируется системой контроля уровня в сепараторе (контур III).

Давление в системе абсорбер К-1 - сепаратор С-1 регулируется контуром IV, открытием или закрытием клапана на линии вывода очищенного газа с установки. Также контролируется расход и температура этого газа.

Насыщенный сероводородом абсорбент выходит из нижней части абсорбера. Уровень жидкости в кубе абсорбера регулируется контуром II.

Так как реакция поглощения сероводорода из газа является экзотермической, то насыщенный абсорбент имеет повышенную температуру (45-60°C). Далее раствор за счет тепла регенерированного абсорбента, поступающего из нижней части десорбера К-2 в теплообменник Т-1, нагревается до температуры 128°C. Для управления и регулирования процесса десорбции между теплообменником Т-1 и входом насыщенного раствора в десорбер предусмотрен паровой нагреватель Т-2, с контуром регулирования подачи пара по температуре насыщенного абсорбента в десорбер (контур VIII).

Насыщенный абсорбент, стекая сверху вниз, последовательно проходит секции массообмена и нагрева водяным паром. В нижней части десорбера К-2 производится дополнительная регенерация раствора подачей водяного пара во встроенный теплообменник. Температура в кубе десорбера регулируется контуром подачи водяного пара. Регулирование производится по температуре в кубе (контур VI).

В процессе стекания раствора сверху вниз из него, под действием нагрева, выделяются сероводород и водяные пары. Смесь этих паров, а также незначительное количество паров моноэтаноламина и диэтиленгликоля поступают в отбойную секцию с водяным охлаждением, где протекают процессы охлаждения газа за счет стекающего водяного конденсата, абсорбция паров моноэтаноламина и диэтиленгликоля, что уменьшает их потери в процессе эксплуатации установки, и отбор излишнего количества воды из десорбера.

Уровень жидкости в десорбере регулируется контуром VI.

Охлажденные и обедненные моноэтаноламином и диэтиленгликолем кислые газы поступают в сепаратор С-2. В сепараторе происходит выделение из газов остатков конденсата. Уровень конденсата в сепараторе С-2 регулируется контуром регулирования V. Кислые газы из верхней части сепаратора с температурой 35-45°C уходят на свечу сгорания или на установку их утилизации.

Регенерированный раствор абсорбента с температурой 150°C из нижней части десорбера насосом Н-1 подается непосредственно в рекуперационный теплообменник Т-1, пройдя который, он, охлаждаясь до температуры 35°C в холодильнике Х-1, поступает в верхнюю часть абсорбера К-1.

Далее цикл насыщения и регенерации раствора кислыми газами повторяется.

Система управления технологическим процессом также контролирует процесс аварийного отключения в случае превышения технологических параметров или условий на установке заданных пределов или при ручном вмешательстве. В этом случае подача сырья в технологический процесс отключается, и установка изолируется при помощи блокирующего клапана, с перепуском газа на факел.

Рассмотренная система автоматического управления использована в проектировании малогабаритной блочной установки сероочистки и осушки попутного нефтяного газа для УДП «Мубарекский ГПЗ».

2.2. Контур регулирования качества получаемой продукции

Схема контура регулирования качества получаемой продукции представлена на рис. 2.2.

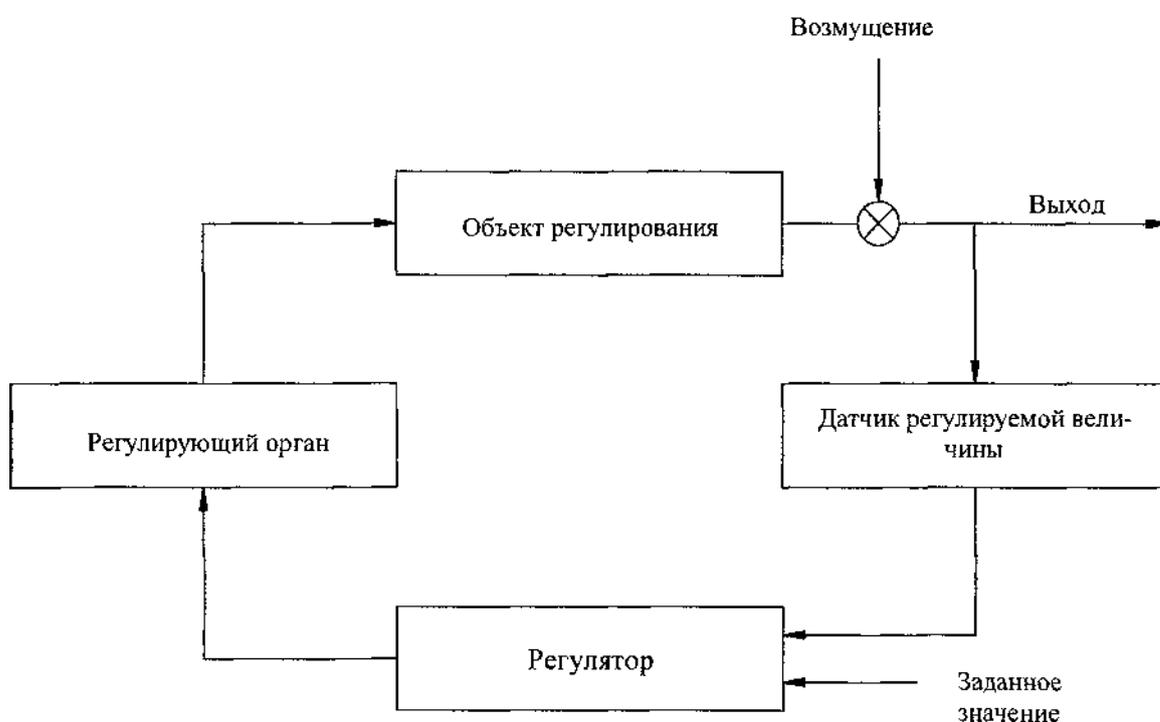


Рис. 2.2. Схема контура регулирования качества получаемой продукции.

Сигнал заданного значения поступает в регулятор, где происходит сравнение этого сигнала с выходным сигналом объекта регулирования, преобразованным датчиком регулируемой величины, и вырабатывается сигнал для регулирующего органа. Управляющий сигнал с регулирующего органа поступает на вход объекта регулирования. Также на выходной сигнал регулирующего органа системы накладывается возмущающее воздействие, обусловленное изменением расхода и состава неочищенного газа, качеством абсорбента, изменениями условий процесса абсорбции газа от сероводорода.

На рис.2.3. представлена структурная схема контура регулирования качества получаемой продукции.

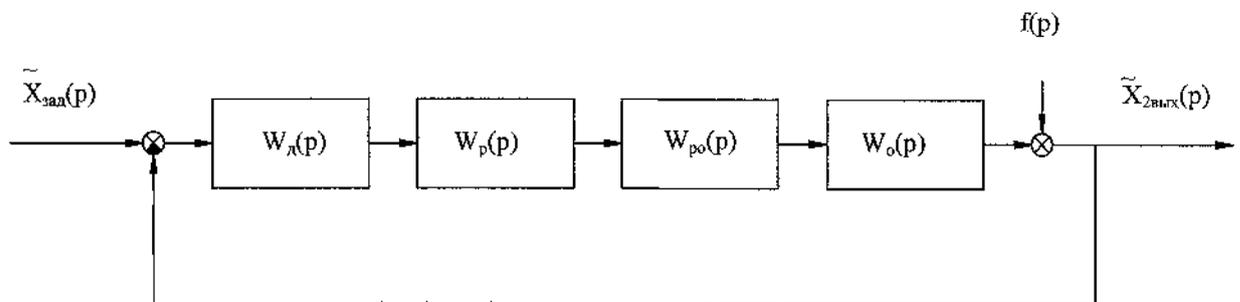


Рис. 2.3. Структурная схема контура регулирования качества получаемой продукции.

Передаточная функция объекта управления имеет вид

$$W_o(p) = \frac{\tilde{X}_{2вых}(p)}{\tilde{G}_1(p)} = W_3(p)e^{-\tau_2 p} = \frac{T_7 p^2 + T_8 p + K_3}{T_1 p^2 + T_2 p + 1} e^{-\tau_2 p}, \quad (2.1)$$

где

$$\tilde{X}_{2вых}(p)e^{-\tau_2 p} = W_1(p)\tilde{G}_2(p) + W_2(p)\tilde{X}_{2вх}(p) + W_3(p)\tilde{G}_1(p) + W_4(p)\tilde{X}_{1вх}(p), \quad (2.2)$$

$$\tilde{X}_{1вх}(p)e^{-\tau_1 p} = W_1^*(p)\tilde{G}_2(p) + W_2^*(p)\tilde{X}_{2вх}(p) + W_3^*(p)\tilde{G}_1(p) + W_4^*(p)\tilde{X}_{1вх}(p), \quad (2.3)$$

описывающего управляемый процесс очистки попутного нефтяного газа от сероводорода.

Передаточные функции датчика регулируемой величины и регулирующего органа имеют вид:

- для датчика регулируемой величины

$$W_o(p) = K_o, \quad (2.4)$$

- для регулирующего органа

$$W_{po}(p) = \frac{K_{po}}{T_{po}p + 1}. \quad (2.5)$$

Из рассмотрения схемы видно, что передаточная функция разомкнутой системы имеет вид

$$W_{раз}(p) = W_o(p)W_p(p)W_{po}(p)W_o(p), \quad (2.6)$$

передаточная функция по входному воздействию замкнутой системы автоматического регулирования

$$W(p) = \frac{\tilde{X}_{2вых}(p)}{\tilde{X}_{зад}(p)} = \frac{W_o(p)W_p(p)W_{po}(p)W_o(p)}{1 + W_o(p)W_p(p)W_{po}(p)W_o(p)}, \quad (2.7)$$

передаточная функция по возмущающему воздействию

$$W_f(p) = \frac{\tilde{X}_{2вых}(p)}{f(p)} = \frac{1}{1 + W_o(p)W_p(p)W_{po}(p)W_o(p)} \quad (2.8)$$

Наличие чистого запаздывания $e^{-\tau_2 p}$ в контуре регулирования приводит к более медленной реакции на воздействия и уменьшению устойчивости системы по сравнению с аналогичными системами автоматического управления без звеньев чистого запаздывания.

Контур регулирования должен обеспечивать выполнение следующего соотношения

$$\frac{X_{зад}(\infty) - X_{2вых}(\infty)}{X_{зад}(\infty)} = \frac{\delta(\infty)}{X_{зад}(\infty)} \leq 0.01.$$

Рассмотрим работу контура регулирования при использовании различных видов регуляторов, считая, что абсорбер работает в следующем режиме:

- расход инертного газа 0,358 кг/с;
- относительная концентрация сероводорода в газе на входе в абсорбер 0,03156;
- относительная концентрация сероводорода в газе на выходе из абсорбера 0,000747;

- расход носителя 0,2753 кг/с;
- относительная концентрация сероводорода в абсорбенте на входе в абсорбер 0,00972;
- относительная концентрация сероводорода в газе на выходе из абсорбера 0,05122;
- высота насадочной части 4,8 м;
- диаметр аппарата 0,4 м;
- аппарат оснащен насадкой АВР 60×60 с сеткой 2×0,4.

Тогда, определяя численные значения коэффициента передачи и постоянных времени по выражениям (2.2), (2.3), получим передаточную функцию объекта управления в следующем виде

$$W_o(p) = \frac{\tilde{X}_{2\text{вых}}(p)}{\tilde{G}_2(p)} = \frac{T_7 p^2 + T_8 p + K_3}{T_1 p^2 + T_2 p + 1} e^{-\tau_2 p} = \frac{2.873 p^2 - 646.084 p - 25.398}{3.448 p^2 + 28.539 p + 1} e^{-3.124 p}.$$

Для рассматриваемой малогабаритной блочной установки очистки природного газа от сероводорода объединенная передаточная функция датчика регулируемой величины и регулирующего органа может быть представлена в следующем виде

$$W(p) = W_o(p)W_{po}(p) = \frac{K_o K_{po}}{T_{po} p + 1} = \frac{-0.0394}{16.25 p + 1}.$$

2.2.1. Принципы работы контура регулирования качества получаемой продукции с пропорциональным регулятором

При использовании пропорционального регулятора в контуре регулирования качества получаемой продукции, то есть $W_p(p) = K$, получаем:

- передаточная функция разомкнутой системы

$$W_{\text{раз}}(p) = K W(p) W_o(p), \quad (2.9)$$

- передаточная функция по входному воздействию замкнутой системы

автоматического регулирования

$$W(p) = \frac{\tilde{X}_{2\text{вых}}(p)}{\tilde{X}_{3\text{ад}}(p)} = \frac{KW(p)W_o(p)}{1 + KW(p)W_o(p)}, \quad (2.10)$$

- передаточная функция по возмущающему воздействию замкнутой системы автоматического регулирования

$$W(p) = \frac{\tilde{X}_{2\text{вых}}(p)}{f(p)} = \frac{1}{1 + KW(p)W_o(p)}. \quad (2.11)$$

Так как чистое запаздывание уменьшает устойчивость системы, определим максимальное значение коэффициента усиления пропорционального регулятора, то есть такое значение, при котором амплитудно-фазовая характеристика разомкнутой системы проходит через точку $(-1, j0)$.

Если амплитудно-фазовая характеристика проходит через критическую точку, то должны выполняться следующие условия:

$$A(\omega_k) = |W_{\text{разл}}(j\omega_k)| = 1, \quad (2.12)$$

$$\varphi(\omega_k) - \omega_k \tau_2 = -\pi, \quad (2.13)$$

где $A(\omega_k) = \sqrt{U^2(\omega_k) + V^2(\omega_k)}$ - амплитудно-частотная характеристика системы

без учета запаздывания; $\varphi(\omega_k) = \arctg \frac{V(\omega_k)}{U(\omega_k)}$ - фазочастотная характеристика

разомкнутой системы без учета запаздывания; $W_{\text{разл}}(j\omega_k) = U(\omega_k) + jV(\omega_k)$ - амплитудно-фазовая характеристика разомкнутой системы без учета запаздывания.

Для рассматриваемого случая действительная часть амплитудно-фазовой характеристики разомкнутой системы без учета запаздывания будет иметь следующий вид

$$U(\omega_k) = \frac{(-1479.599\omega_k^4 + 673.455\omega_k^2 + 1)K}{3139.36\omega_k^6 + 213266.129\omega_k^4 + 1071.635\omega_k^2 + 1}.$$

а мнимая часть

$$V(\omega_k) = \frac{(-6.33\omega_k^5 - 11846.534\omega_k^3 - 19.324\omega_k)K}{3139.36\omega_k^6 + 213266.129\omega_k^4 + 1071.635\omega_k^2 + 1}.$$

Тогда, из выражения (2.13) получаем, что минимальная частота, при которой амплитудно-фазовая характеристика разомкнутой системы проходит через точку $(-1, j0)$, равняется

$$\omega_k = 0.5043 \text{ c}^{-1}.$$

Тогда максимальный коэффициент усиления пропорционального регулятора, при котором система находится на границе устойчивости, равен

$$K = 9.223.$$

Определим необходимый коэффициент усиления пропорционального регулятора для обеспечения требуемой точности очистки газа от сероводорода.

Требуемый коэффициент усиления может быть определен по следующему выражению

$$K = \frac{1}{K_\delta K_{p0} K_3} \left(\frac{\tilde{X}_{зад}(\infty)}{\delta(\infty)} - 1 \right). \quad (2.14)$$

Для рассматриваемого случая получаем

$$K = 99.$$

Ошибка по возмущающему воздействию равна

$$\delta(\infty) = \frac{1}{1 + KK_\delta K_{p0} K_3} f(\infty).$$

Из этого выражения следует, что

$$K = \frac{1}{K_\delta K_{p0} K_3} \left(\frac{f(\infty)}{\delta(\infty)} - 1 \right). \quad (2.15)$$

Для рассматриваемого случая получаем

$$K = 99.$$

Следовательно, для обеспечения требуемой точности регулирования необходимо, чтобы коэффициент усиления пропорционального регулятора был больше 99, но тогда система потеряет устойчивость. Таким образом, пропорциональный регулятор не позволяет обеспечить устойчивость замкнутого контура регулирования при требуемой точности регулирования.

2.2.2. Принципы работы контура регулирования качества получаемой продукции с астатическим регулятором

Астатический регулятор является наиболее удобным регулятором по причинам простоты, низкой стоимости и легкости настройки.

Передачная функция астатического регулятора имеет вид

$$W_p(p) = \frac{K}{p}.$$

При использовании астатического регулятора получаем:

- передачная функция разомкнутой системы

$$W_{раз}(p) = \frac{K}{p} W(p) W_o(p), \quad (2.16)$$

- передачная функция по входному воздействию замкнутой системы автоматического регулирования

$$W(p) = \frac{\tilde{X}_{2вых}(p)}{\tilde{X}_{зад}(p)} = \frac{KW(p)W_o(p)}{p + KW(p)W_o(p)}, \quad (2.17)$$

- передачная функция по возмущающему воздействию замкнутой системы автоматического регулирования

$$W_f(p) = \frac{\tilde{X}_{2вых}(p)}{f(p)} = \frac{p}{p + KW(p)W_o(p)}. \quad (2.18)$$

Ошибка в системе при использовании астатического регулятора равна нулю, так как:

- по управляющему воздействию

$$\delta(\infty) = \tilde{X}_{зад}(\infty) - \tilde{X}_{2вых}(\infty) = \tilde{X}_{зад}(\infty) - \frac{KK_\delta K_{po} K_3}{KK_\delta K_{po} K_3} \tilde{X}_{зад}(\infty) = 0,$$

- по возмущающему воздействию

$$\delta(\infty) = \frac{0}{1 + KK_\delta K_{po} K_3} f(\infty) = 0.$$

Определим максимальное значение коэффициента усиления астатического регулятора, при котором система будет находиться на границе устойчивости.

Для рассматриваемого случая действительная часть амплитудно-фазовой характеристики разомкнутой системы без учета запаздывания будет иметь следующий вид

$$U(\omega_k) = \frac{(7.35\omega_k^6 - 11758.71\omega_k^4 - 19.153\omega_k^2)K}{4230.2\omega_k^8 + 209753.2\omega_k^6 + 1061.4\omega_k^4 + \omega_k^2},$$

а мнимая часть

$$V(\omega_k) = \frac{(1708.12\omega_k^5 - 671.4\omega_k^3 - \omega_k)K}{4230.2\omega_k^8 + 209753.2\omega_k^6 + 1061.4\omega_k^4 + \omega_k^2}.$$

Тогда из выражения (2.13), получаем, что минимальная частота, при которой амплитудно-фазовая характеристика разомкнутой системы проходит через точку $(-1, j0)$, равняется

$$\omega_k = 0.9531 \text{ с}^{-1}.$$

Тогда максимальный коэффициент усиления пропорционального регулятора, при котором система находится на границе устойчивости, равен

$$K = 16,52.$$

На рис.2.4 представлена реакция на единичное управляющее воздействие при коэффициенте усиления астатического регулятора 0,01.

На рис. 2.5 представлена реакция на единичное управляющее воздействие при коэффициенте усиления астатического регулятора 0,05.

Следовательно, при использовании астатического регулятора достигается требуемое качество регулирования при сохранении устойчивости замкнутого контура регулирования, но увеличивается время переходного процесса.

2.3. Принципы работы контура регулирования качества получаемой продукции с компенсацией чистого запаздывания

Следующим видом регуляторов являются регуляторы, основанные на компенсации чистого запаздывания. Они основаны на методе исключения запаздывания из характеристического уравнения системы регулирования. Передаточная функция такого регулятора имеет следующий вид

$$W_p(p) = \frac{K}{1 + KW(p)W_s(p)(1 - e^{-\tau_2 p})}. \quad (2.19)$$

При использовании такого регулятора получим:

- передаточная функция разомкнутой системы

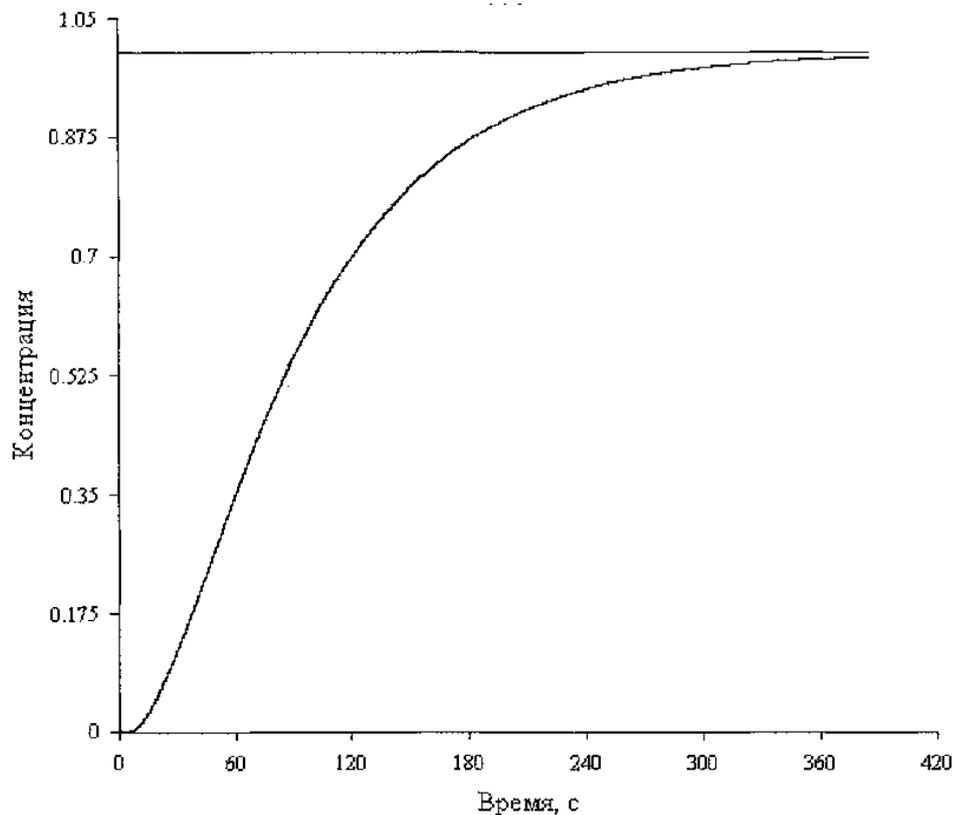


Рис. 2.4. Реакция на единичное управляющее воздействие при коэффициенте усиления астатического регулятора 0,01.

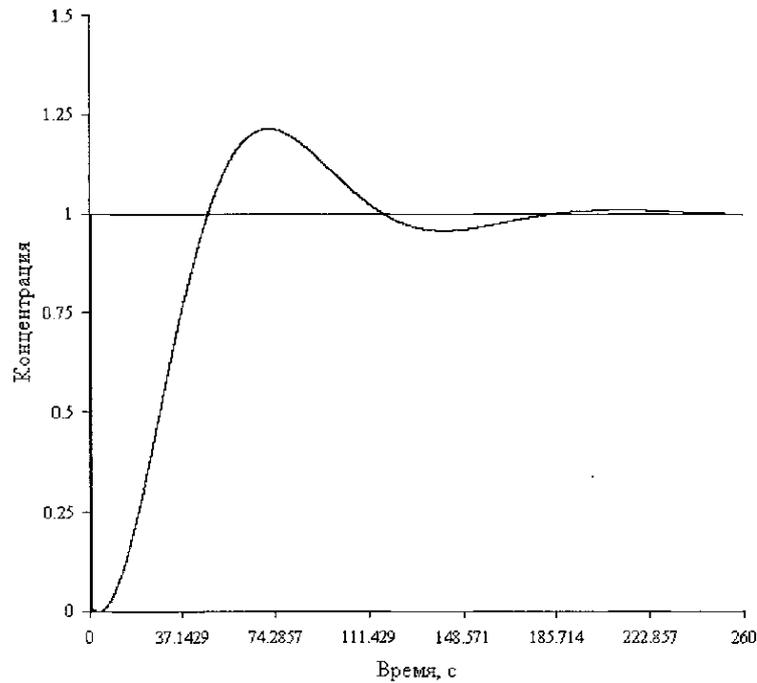


Рис. 2.5 Реакция на единичное управляющее воздействие при коэффициенте усиления астатического регулятора 0,05.

$$W_{раз}(p) = \frac{KW(p)W_3(p)e^{-\tau_2 p}}{1 + KW(p)W_3(p) - KW(p)W_3(p)e^{-\tau_2 p}}, \quad (2.20)$$

- передаточная функция по входному воздействию замкнутой системы регулирования.

$$W(p) = \frac{\tilde{X}_{2вых}(p)}{\tilde{X}_{зад}(p)} = \frac{KW(p)W_3(p)e^{-\tau p}}{1 + KW(p)W_3(p)}, \quad (2.21)$$

- передаточная функция по возмущающему воздействию

$$W_f(p) = \frac{\tilde{X}_{2вых}(p)}{f(p)} = 1 - \frac{KW(p)W_3(p)e^{-\tau p}}{1 + KW(p)W_3(p)}. \quad (2.22)$$

Определим необходимый коэффициент усиления пропорционального регулятора для обеспечения требуемой точности очистки газа от сероводорода.

Требуемый коэффициент усиления может быть определен по следующему выражению

$$K = \frac{1}{K_\delta K_{po} K_3} \left(\frac{X_{зад}(\infty)}{\delta(\infty)} - 1 \right). \quad (2.23)$$

Для рассматриваемого случая получаем

$$K = 99.$$

Ошибка по возмущающему воздействию равна

$$\delta(\infty) = \frac{1}{1 + KK_0K_{p0}K_3} f(\infty). \quad (2.24)$$

Из этого выражения следует, что

$$K = \frac{1}{K_0K_{p0}K_3} \left(\frac{f(\infty)}{\delta(\infty)} - 1 \right). \quad (2.24)$$

Для рассматриваемого случая получаем

$$K = 99.$$

Таким образом, необходимый коэффициент усиления упреждающего регулятора для рассматриваемого случая равен 99.

На рис. 2.6. представлена реакция системы на единичное управляющее воздействие при использовании упреждающего регулятора.

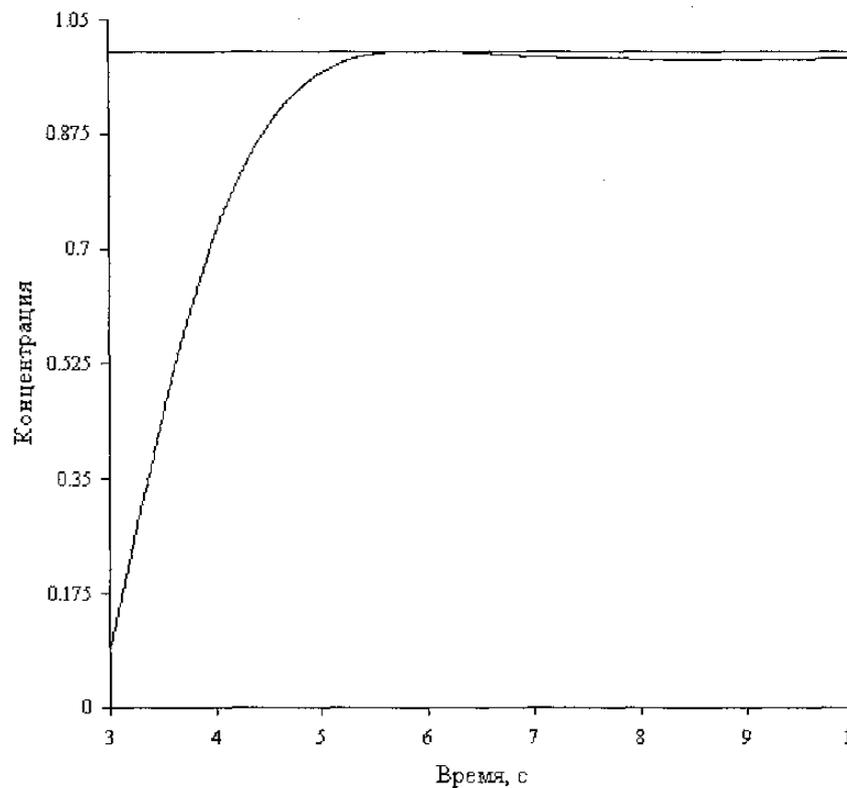


Рис. 2.6. Реакция системы на единичное управляющее воздействие при использовании упреждающего регулятора.

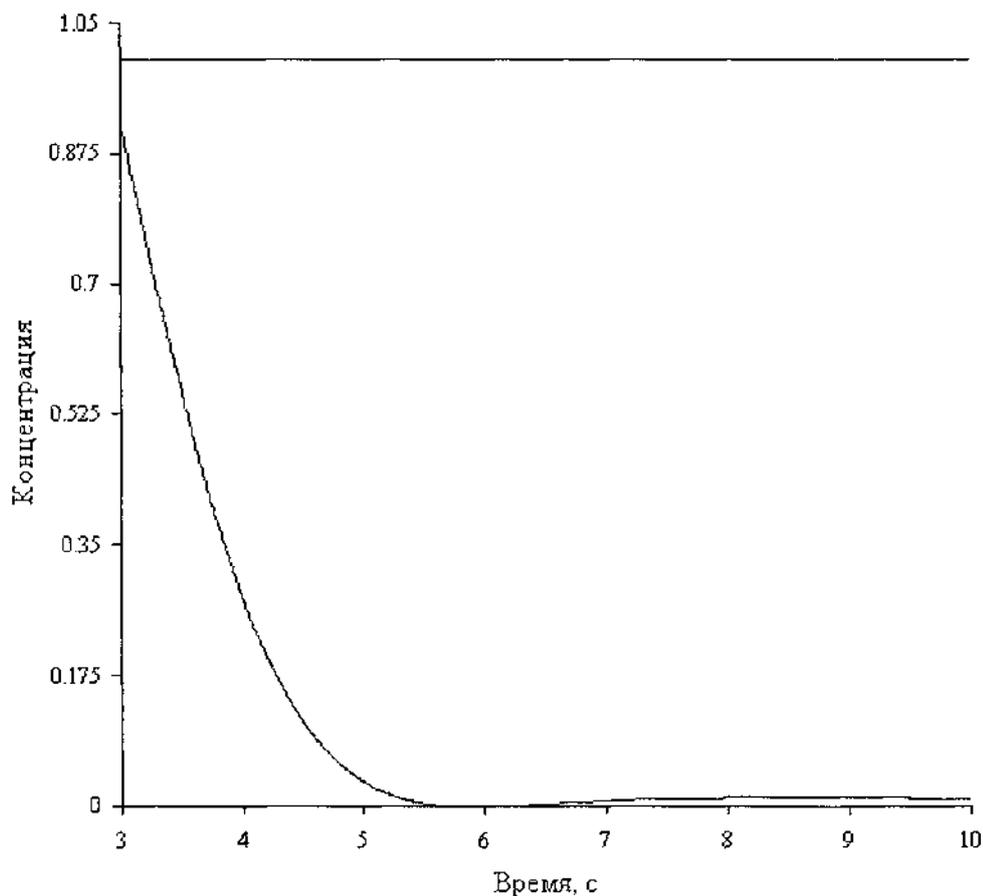


Рис. 2.7. Реакция системы на единичное возмущающее воздействие при использовании упреждающего регулятора.

На рис. 2.7. представлена реакция системы на единичное возмущающее воздействие при использовании упреждающего регулятора.

Неизбежно возникают вопросы, как влияют на переходные процессы точность представления коэффициентов K_0 , K_{p0} , K_z и величины чистого запаздывания τ_2 в упреждающем регуляторе.

Рассмотрим сначала коэффициенты усиления.

Пусть передаточная функция регулятора будет иметь вид

$$W_p(p) = \frac{K}{1 + \alpha K W(p) W_z(p) (1 - e^{-p})}, \quad (2.25)$$

где α - коэффициент несоответствия коэффициентов усиления.

Тогда получим:

- передаточная функция по входному воздействию

$$W(p) = \frac{\tilde{X}_{2\text{вых}}(p)}{\tilde{X}_{3\text{ад}}(p)} = \frac{KW(p)W_3(p)e^{-\tau_2 p}}{1 + \alpha KW(p)W_3(p) + KW(p)W_3(p)(1 - \alpha)e^{-\tau_2 p}}, \quad (2.26)$$

- передаточная функция по возмущающему воздействию

$$W_f(p) = \frac{\tilde{X}_{2\text{вых}}(p)}{f(p)} = \frac{1 + \alpha KW(p)W_3(p)(1 - e^{-\tau_2 p})}{1 + \alpha KW(p)W_3(p) + KW(p)W_3(p)(1 - \alpha)e^{-\tau_2 p}}. \quad (2.27)$$

На рис. 2.8 представлены графики реакций на единичное входное воздействие при $\alpha = 0.9$ и $\alpha = 1.1$.

На рис. 2.9 представлены графики реакций на единичное входное воздействие при $\alpha = 0.9$ и $\alpha = 1.1$.

Из реакций на единичные воздействия при различных значениях коэффициента несоответствия видно, что при $\alpha < 1$ наблюдается увеличение времени переходного процесса, а при $\alpha > 1$ наблюдается перерегулирование.

Теперь рассмотрим, к чему приводит несоответствие чистого запаздывания.

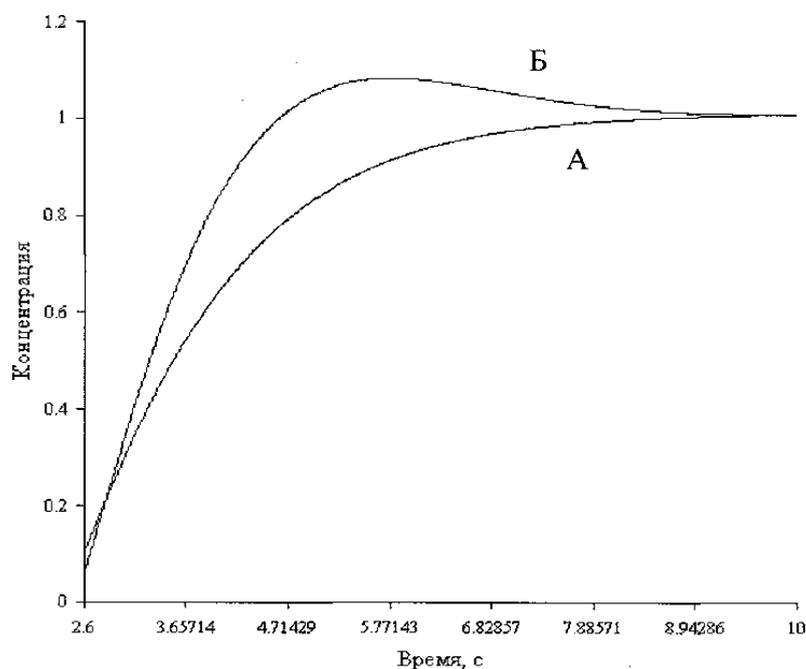


Рис. 2.8. Реакции на единичное входное воздействие при
А - $\alpha = 0.9$ и Б - $\alpha = 1.1$.

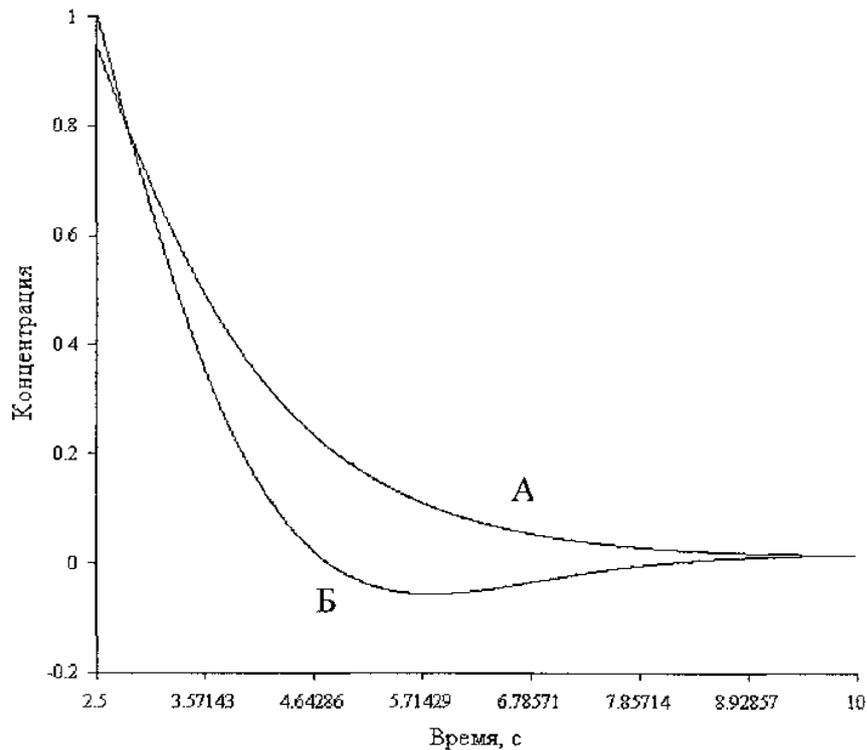


Рис. 2.9. Реакции на единичное возмущающее воздействие при А - $\alpha = 0.9$ и Б - $\alpha = 1.1$.

Пусть передаточная функция регулятора будет иметь вид

$$W_p(p) = \frac{K}{1 + KW(p)W_3(p)(1 - e^{-\beta\tau_2 p})}, \quad (2.28)$$

где β - коэффициент несоответствия чистого запаздывания.

Тогда получим:

- передаточная функция по входному воздействию

$$W(p) = \frac{\tilde{X}_{2\text{вых}}(p)}{\tilde{X}_{\text{зад}}(p)} = \frac{KW(p)W_3(p)e^{-\tau_2 p}}{1 + KW(p)W_3(p) + KW(p)W_3(p)(e^{-\tau_2 p} - e^{-\beta\tau_2 p})}, \quad (2.29)$$

- передаточная функция по возмущающему воздействию

$$W_f(p) = \frac{\tilde{X}_{2\text{вых}}(p)}{f(p)} = \frac{1 + KW(p)W_3(p)(1 - e^{-\beta\tau_2 p})}{1 + KW(p)W_3(p) + KW(p)W_3(p)(e^{-\tau_2 p} - e^{-\beta\tau_2 p})}. \quad (2.30)$$

На рис. 2.10 представлены графики реакций на единичное входное воздействие при $\beta = 0.9$ и $\beta = 1.05$.

На рис. 2.11 представлены графики реакций на возмущающее входное воздействие при $\beta = 0.9$ и $\beta = 1.05$.

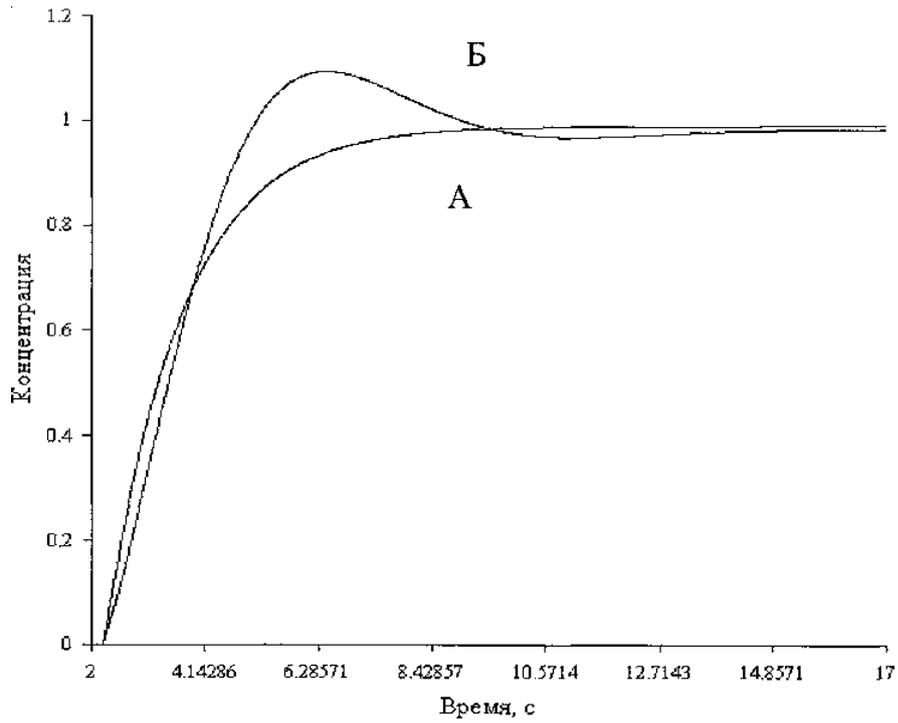


Рис. 2.10. Реакции на единичное входное воздействие при А - $\beta = 0.9$ и Б - $\beta = 1.05$.

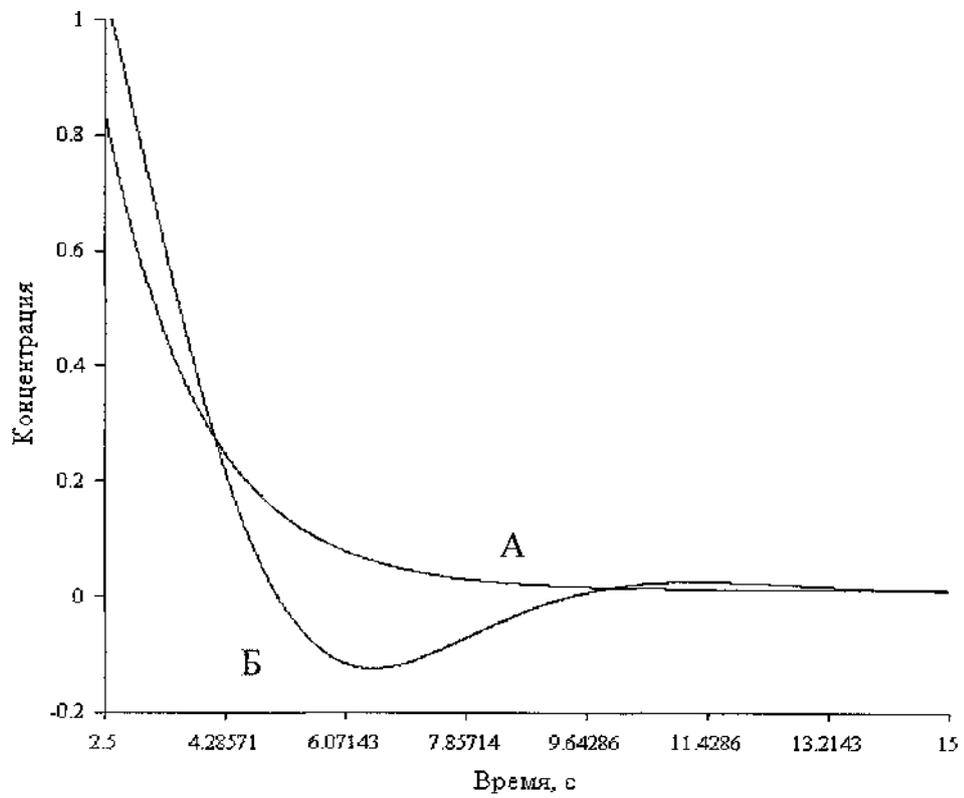


Рис. 2.11. Реакции на единичное возмущающее воздействие при А - $\beta = 0.9$ и Б - $\beta = 1.05$.

Из реакций на единичные воздействия при различных значениях коэффициента несоответствия видно, что при несоответствии времени чистого запаздывания упреждающего регулятора времени чистого запаздывания объекта управления наблюдается увеличение времени переходного процесса, а при $\alpha > 1$ наблюдается перерегулирование.

Следовательно, более важным является точное представление величины чистого запаздывания, чем коэффициентов усиления.

2.3. Сравнительный анализ работы контура регулирования качества получаемой продукции с различными регуляторами

Исследования работы контура регулирования качества получаемой продукции при использовании регуляторов различных типов показали, что применение пропорционального регулятора при регулировании количества сероводорода в газе изменением количества подаваемого в процесс абсорбента не дает удовлетворительных результатов. Пропорциональный регулятор не позволяет получить продукцию требуемого качества при сохранении устойчивости в системе.

Лучшие результаты дает применение астатического и упреждающего регуляторов. Астатический регулятор позволяет получать продукцию требуемого качества, он отличается простотой, низкой стоимостью и легкостью настройки, но требования к устойчивости системы приводят к увеличению времени переходных процессов.

Упреждающий регулятор дает самые лучшие результаты, но он более сложен по сравнению с астатическим регулятором и требует более точной настройки.

ГЛАВА III. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В данном разделе выпускной работы рассматриваются вопросы безопасной жизнедеятельности человека, которых необходимо решать на всех стадиях жизненного цикла.

Обеспечение безопасной жизнедеятельности человека в значительной степени зависит от правильной оценки опасных, вредных производственных факторов. Одинаковые по тяжести изменения в организме человека могут быть вызваны различными причинами. Это могут быть какие-либо факторы производственной среды, чрезмерная физическая и умственная нагрузка, нервно-эмоциональное напряжение, а также разное сочетание этих причин.

Жизнедеятельность – это способ существования или повседневная деятельность человека. В процессе своей жизнедеятельности любой человек постоянно взаимодействует со средой обитания. Последняя – это окружающая человека среда в процессе его деятельности, обусловленная совокупностью физических, химических, биологических, психофизиологических и социально-экономических факторов, способных оказать прямое или косвенное, немедленное или отдаленное воздействие на деятельность человека, его здоровье и потомство. Основными средами обитания человека являются производственная среда, городская среда или среда населенных мест, бытовая или жилая среда и природная среда (ПС).

Оптимальное взаимодействие человека со средой обитания возможно, если будут обеспечены комфортность среды, минимизация негативных воздействий и устойчивое развитие системы “человек – среда обитания – машина – чрезвычайная ситуация”. Изучением элементов, составляющих эту систему, и явлений, происходящих в ней занимается безопасность жизнедеятельности (БЖД) – наука о комфортном и безопасном взаимодействии человека со средой обитания. Ее основная задача состоит в сохранении работоспособности и здоровья человека, выборе параметров

состояния среды обитания и применении мер защиты от негативных факторов естественного и антропогенного происхождения. Основной целью изучения БЖД является приобретение теоретических знаний и практических навыков, необходимых для:

1) создания оптимального состояния среды обитания в зонах трудовой деятельности и отдыха человека;

2) идентификации (распознавание и количественная оценка) опасных и вредных факторов среды обитания естественного и антропогенного происхождения;

3) разработки и реализации мер защиты человека и среды обитания от негативных воздействий (опасностей);

4) проектирования и эксплуатации техники, технологических процессов и объектов народного хозяйства (ОНХ) в соответствии с требованиями по безопасности и экологичности;

5) обеспечения устойчивости функционирования ОНХ и ТС в штатных и чрезвычайных ситуациях;

6) прогнозирования развития и оценки последствий ЧС;

7) принятия решений по защите производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий и применения современных средств поражения, а также принятия мер по ликвидации их последствий.

Взаимодействие человека со средой обитания может быть позитивным или негативным, характер взаимодействия определяют потоки веществ, энергий и информации. Любое превышение привычных уровней потоков сопровождается негативными воздействиями на человека или природную среду.

В условиях техносферы негативные воздействия обусловлены элементами техносферы (машины, сооружения и т.д.) и действиями человека. Измеряя величину любого потока от минимально значимой до максимально

возможной, можно пройти ряд характерных состояний взаимодействия в системе «человек- среда обитания»:

- комфортное (оптимальное), когда потоки соответствуют оптимальным условиям взаимодействия: создают оптимальные условия деятельности и отдыха; предпосылки для проявления наивысшей трудоспособности и как следствие продуктивности деятельности; гарантируют сохранение здоровья человека и целостности компонент среды обитания.

- допустимое, когда потоки, воздействуя на человека и среду обитания, не оказывают негативного влияния на здоровье, но приводят к дискомфорту, снижая эффективность деятельности человека. Соблюдение условий допустимого взаимодействия гарантирует невозможность возникновения и развития необратимых процессов у человека и в среде обитания.

- опасное, когда потоки превышают допустимые уровни и оказывают негативное воздействие на здоровье человека, вызывая при длительном взаимодействии заболевания, и/или приводят к деградации природной среды.

- чрезвычайно опасное, когда потоки высоких уровней за короткий период времени могут нанести травму, привести человека к летальному исходу, вызвать нарушения в природной среде.

Из четырёх характерных состояний взаимодействия человека со средой обитания лишь первые два (комфортное и допустимое) соответствуют позитивным условиям повседневной деятельности, а два других (опасное и чрезвычайно опасное) – недопустимы для процессов жизнедеятельности человека, сохранения и развития природной среды. Следовательно, поддержание комфортного и/или допустимого состояний является способом повышения защищённости человека.

Анализ опасных и вредных факторов, причин и динамики травматизма

Опасным называется производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или другому

внезапному резкому ухудшению здоровья. Если же производственный фактор приводит к заболеванию или снижению работоспособности, то его считают вредным. Опасные и вредные производственные факторы подразделяются на четыре группы: физические, химические, биологические и психофизиологические.

К физическим опасным и вредным производственным факторам в энергетике можно отнести: подвижные части производственного оборудования, повышенное значение напряжения в электрической цепи, повышенный уровень ионизирующих излучений, повышенную напряженность электрического, магнитного полей и другие.

К химическим опасным и вредным производственным факторам относятся химические вещества, которые по характеру воздействия на организм человека подразделяются на токсические, раздражающие, сенсibilизирующие, канцерогенные, мутагенные, влияющие на репродуктивную функцию. По путям проникновения в организм человека они делятся на проникающие через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожные покровы и слизистые оболочки.

К биологическим опасным и вредным производственным факторам относятся патогенные микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности, а также макроорганизмы.

К психофизиологическим опасным и вредным производственным факторам относятся физические и нервно-психические перегрузки.

Основными результатами воздействия опасных и вредных производственных факторов на работников являются соответственно травмы и профессиональные заболевания. Частным случаем профессионального заболевания является профессиональное отравление.

Нефть и ее фракции (бензиновая, лигроиновая, керосиновая), а также предельные и непредельные углеводородные газы и ароматические вещества (бензол, толуол, ксилол) являются одновременно наркотическими ядами и ядами крови. Токсичность нефтей, нефтяных газов и продуктов их

переработки значительно возрастает при одержании в них сернистых соединений H_2S , SO_2 , SO_3 , CS_2 и др. Даже кратковременное вдыхание паров этих веществ при концентрациях выше ПДК может привести к замедлению пульса, понижению кровяного давления, потере сознания и смерти. Особенно опасны пары бензина с ароматическими соединениями, способные в течение 10 мин при концентрации 10 мг/л вызывать расстройство нервной системы и всего организма с симптомами головокружения, головной боли, сердцебиения, тошноты, судорог, потери сознания.)

Сырая нефть, бензин, керосин, фенол, попадая на кожу человека, обезжиривают, сушат ее, вызывая зуд, красноту, пигментацию. При этом происходит растрескивание ткани, развиваются кожные заболевания (экзема и дерматит). Нефть и ее пары могут вызвать острые и хронические отравления всего организма.

Полициклические ароматические углеводороды являются канцерогенами, вызывают рак легких; печная сажа – рак кожи; азотистые соединения и амины – рак мочевого пузыря.

Бензин при концентрации его в воздухе 30–40 мг/м³ может через несколько минут вызвать смертельное отравление; при меньших концентрациях – головокружение, сердцебиение, проявляет глубокое наркотическое пьянящее действие. Хроническое отравление возможно при концентрациях 5–10 мг/м³.

Керосин действует на человека аналогично бензину, только значительно слабее.

Предельные углеводороды (бутан, пентан и др.) – химически наиболее инертные среди органических соединений. Потенциально сильное наркотическое действие их на человека значительно ослабляется ничтожно малой растворимостью их в воде и крови. Опасное отравление они могут вызвать только при высокой концентрации.

Воздействие предельных углеводородов с большим числом атомов углерода даже при малых концентрациях (в пределах ПДК) вызывает

расслабление, неустойчивость реакций центральной нервной системы. При этом опасно понижаются точность и быстродействие движений человека.

Действие природного газа аналогично действию отдельных предельных углеводородов. При больших концентрациях (более 20%) газов в воздухе резко снижается содержание в нем кислорода, возникает расстройство дыхания из-за кислородной недостаточности (асфиксия). Токсичность природного газа обусловлена содержащимися в нем сероводородом, углекислым газом, предельными углеводородами и др.

Особо опасными ядами при разработке нефтяных и газовых месторождений являются неуглеводородные газообразные, парообразные и жидкие вещества, содержащиеся в относительно больших объемах в сернистой нефти, природном газе и продуктах их переработки (сероводород, сернистый ангидрид, серный ангидрид, сероуглерод, окись углерода, окислы азота, углекислый газ и химически активные вещества, используемые при добыче и транспортировании нефти и газа).

Сероводород H_2S – бесцветный, ядовитый газ с резким запахом тухлых яиц; ощущается в воздухе при концентрации $1 \cdot 10^6$. С увеличением концентрации ощущение запаха ослабевает вплоть до полного исчезновения (опасный эффект привыкания). В сернистых нефтях и природных газах содержание H_2S колеблется от следов до 4,5 %, а иногда и более. В относительно больших объемах этот наиболее опасный яд содержится в продуктах крекинга нефти.

Сероводород в организме человека действует: 1) на центральную нервную систему (возбуждает, угнетает, вызывает паралич дыхательного и сердечно-сосудистого центров); 2) на окислительные процессы (снижает на 80–85 % способность гемоглобина крови поглощать кислород); 3) на кровь (повышает количество эритроцитов, свертываемость и вязкость крови, затем снижает содержание эритроцитов и гемоглобина). Отравление организма происходит при одновременном действии сероводорода на организм человека в целом. При содержании в воздухе $0,0014$ – $0,0023$ мг/м³ ощущается

запах H_2S . При концентрации 100 мг/м^3 – наблюдается легкое отравление; при $140\text{--}150 \text{ мг/м}^3$ – глубокое поражение слизистых оболочек (происходит через 2–3 ч). Такое поражение часто приводит к тяжелой форме пневмонии, отека легких, а иногда и к менингиту. В атмосфере, где содержание сероводорода равно 160 мг/м^3 (0,1–0,3 %), смерть наступает через два-три вдоха. Токсическая опасность сероводорода резко повышается при действии его в смеси с другими вредными веществами. Более высокая токсичность этого яда отмечена, например, в составе нефтяного газа. Аналогичное усиление отравляющего действия сероводорода наблюдается в средах углекислого газа, сернистого ангидрида, хлора, окиси углерода, окислов азота, паров бензина и бензола.

Значение ПДК для сероводорода – 10 мг/м^3 , в смеси с углеводородами С:–Сс – 3 мг/м^3 .

Сернистый ангидрид SO_2 – бесцветный газ с резким запахом. Растворяясь в жидкой фазе организма, он образует серную и сернистую кислоты, тяжело поражает слизистые оболочки, кроветворные органы, изменяет костные ткани, нарушает углеводный и белковый обмен. При концентрации в воздухе $20\text{--}60 \text{ мг/м}^3$ раздражает слизистые оболочки дыхательных путей и глаз (покалывание в носу, чихание, кашель); при 120 мг/м^3 вызывает одышку, синюшность; при 300 мг/м^3 – расстройство сознания уже через 1 мин. Токсичность SO_2 резко возрастает, если он находится в атмосфере, содержащей окись углерода,

Серный ангидрид SO_3 по токсичности аналогичен SO_2 . Растворяясь в воде, образует чрезвычайно опасную и агрессивную серную кислоту.

Сероуглерод CS_2 – бесцветная жидкость, обладающая в чистом виде (100%-ная концентрация) приятным запахом. Хронические заболевания могут возникать при концентрации 15 мг/м^3 и более. Опасные отравления происходят при концентрации $15\text{--}20 \text{ мг/м}^3$; ПДК для сероуглерода равна 1 мг/м^3 .

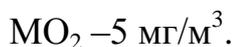
Углекислый газ CO_2 – без цвета и запаха, со слабокислым вкусом. В 100 объемах воды растворяется 180 объемов CO_2 . При содержании в воздухе 0,04–0,06 % стимулирует дыхание; при 3% частота дыхания удваивается; при 5%,– утраивается; при 10 % наступает обморочное состояние; при 25 % происходит смертельное отравление. ПДК CO_2 в воздухе составляет 1 %.

Меркаптаны – органические высокотоксичные серосодержащие газы, образующиеся при термическом воздействии на сернистую нефть, конденсат, природный газ. Содержание меркаптанов в воздухе производственных объектов (на территории нефтепромысла, газоперерабатывающего завода) в сотни, тысячи раз меньше, чем сероводорода.

Оксид углерода CO – газ без цвета, вкуса и запаха, образуется при неполном сгорании веществ, содержащих углерод (сажевое производство, выхлопные газы автомобилей двигателей внутреннего сгорания, содержащие более 13 % CO и др.). Горит синеватым пламенем. При концентрации 13–17 % CO способна взрываться. Весьма ядовита. Имеет в 250–300 раз большее химическое сродство с гемоглобином крови, чем кислород, образует метгемоглобин. При концентрации 0,1 %, через час начинается головная боль, тошнота, недомогание; при 0,5 %, – наступает опасное отравление организма. ПДК окиси углерода в производственных помещениях равна 20 мг/м³.

Оксид азота NO – бесцветный газ, легко реагирующий с кислородом воздуха с образованием двуокси азота. Оксид азота–яд крови. Оказывает также прямое действие на центральную нервную систему.

Двуокись азота NO_2 – газ бурого цвета, с удушливым запахом, легко переходит в четырехокись азота. При температуре 0 °С двуокись азота представляет бесцветную жидкость с резким своеобразным запахом. Длительная работа (3–5 лет) при концентрации NO_2 в воздухе 0,8–5 мг/м³ вызывает заболевания бронхитом, эмфиземой легких и астмой. ПДК в пересчете на



Дихлорэтан и четыреххлористый углерод (хлорированные углеводороды) применяются в больших объемах в технологических процессах добычи, подготовки и переработки нефти и газа. Попадая в организм, они вызывают структурные изменения в печени, воздействуют на генетический аппарат клетки.

Один из наиболее опасных для человека ядов – ртуть. Металлическая ртуть в нефтяной и газовой промышленности применяется в контрольно-измерительных приборах, при изучении коллекторских свойств на лабораторных установках. Опасна металлическая ртуть, и особенно опасны ее пары. Обладая высокой проникаемостью, ртуть проникает в тончайшие поры пола, стен, предметов, спецодежды, обуви работающего и длительное время (месяцы, годы) десорбируется из них в воздух. Являясь чрезвычайно токсичным веществом, ртуть (в виде паров) отравляет весь организм человека или поражает печень и кроветворные органы. ПДК для металлической ртути $0,01 \text{ мг/м}^3$.

Среди веществ, используемых также в технологических целях, наиболее распространенными и опасными являются аммиак, хлор, тетраэтилсвинец (нейротропный яд), фенол, четыреххлористый углерод и дихлорэтан (поражают печень), серная, соляная, азотная кислоты, этиленгликоль (в организме превращается в щавелевую кислоту и отравляет человека), метанол (высокотоксичен за счет трансформации в организме в формальдегид и муравьиную кислоту), а также ПАВ, полимерные добавки, ингибиторы коррозии, эпоксидные смолы, парафины и др. Большую опасность для человека представляют кислоты и щелочи, которые могут обезвоживать, разрушать верхние слои кожи, вызывать тяжелые ожоги. Ожоги могут быть вызваны также действием хлорной извести, фенола, аммиака и других веществ.

Под действием кислоты белковые вещества свертываются и препятствуют дальнейшему проникновению кислоты; под действием щелочи

– омыляется жировой слой, обезвоживается ткань, растворяется белковое вещество.

Тяжесть ожога зависит от токсичности вещества, его концентрации, температуры, величины пораженной поверхности, времени контакта и характеризуется четырьмя степенями: первая – припухлость, покраснение, ожоговая рана; вторая – пузыри, частичное омертвление кожи; третья – неполное или полное омертвление всей толщи кожи (некроз); четвертая – омертвление подкожной ткани.

Серная кислота при контакте с кожей вызывает ее обугливание. Особенно опасны пары серной кислоты. Попадая на слизистые оболочки глаз, дыхательных путей они глубоко травмируют их; вызывают кашель, спазмы горловой щели, дыхания. Предельно допустимая концентрация серной кислоты – 1 мг/м^3 . В порядке убывания токсичности кислоты можно расположить в ряд: смесь азотной и соляной, азотная, серная, плавиковая, соляная, уксусная и т. д. Перечень вредных веществ с каждым годом увеличивается и создает необходимость их комплексной санитарно-гигиенической оценки.

3.1. Источники токсичных загрязнений воздуха на объектах нефтяной и газовой промышленности

Почти все вредные вещества, характерные для современной технологии добычи нефти и газа, оказывают общетоксичное, раздражающее, канцерогенное и мутагенное действие на человека и представляют по этой причине опасность для его здоровья и жизни. Определение источников и объемов вредных веществ, поступающих в атмосферу, изучение их токсических свойств, роли технологических процессов и отдельных операций в загрязнении воздушной среды стало необходимым условием эффективного контроля и всей профилактической работы.

Основными источниками этих ядов в структуре крупных газодобывающих комплексов являются: факелы на установках комплексной подготовки газа (УКПГ) и газоперерабатывающих заводов, дымовые трубы, установки для получения серы, продувка скважин, выпуск газа из трубопроводов и емкостей перед ремонтом и производством сварочных работ, ямы жидкой серы, установки по регенерации метанола, сжиганию конденсата, разгерметизирование оборудования и др. Объемы этих выбросов достигают иногда 5–6 % от всего добываемого газа и создают большую опасность для людей и окружающей среды.

Утечки газа через неплотности в оборудовании на газоперерабатывающих заводах занимают 13-е место, а на установках комплексной подготовки газа – 1-е место среди прочих источников вредных примесей в воздухе. Далее идут насосные пром-стоков, насосные метанола, продувка скважин, сжигание конденсата и др.

Для эффективной борьбы с загрязнением воздуха важно знать не только объемы выбросов, но и их состав.

При разработке месторождений природного газа особо опасными и наиболее распространенными токсичными веществами являются: сероводород, углеводороды, меркаптаны, сернистый и серный ангидриды, окись углерода и углекислый газ; менее распространенными окислы азота и аммиак.

Рождения в целом основными источниками их являются: газоперерабатывающий завод, продувка скважин, сжигание конденсата, ремонтные работы, сжигание конденсата, факелы.

На промыслах основное количество вредных веществ поступает в воздух из резервуаров, скважин, находящихся в стадии проходки и ремонта, факелов, при разливах и утечках нефти, паров и газов, при аварийном повреждении емкостей, нефтепроводов, через сальники и задвижки, вентили, краны и другую запорную, регулирующую арматуру, пропуски во фланцевых соединениях, через неплотности в швах, разъемных соединениях и т. д.

Исследования показывают, что из сопла дыхательной арматуры одного резервуара при некоторых метеорологических условиях может выделяться 5–6 кг/ч токсичных газов и паров сырой нефти.

3.2. Методы и средства контроля состава воздуха

На объектах нефтяной и газовой промышленности существует стройная система контроля состава воздуха с раздельной во времени и пространстве оценкой содержания в нем каждого конкретного вредного вещества. Аналитический арсенал такого контроля включает следующие методы и средства: лабораторные (сложные, точные, длительные по времени, не оперативные, используемые чаще для научных исследований), экспрессные (простые, оперативные, широко применяемые для определения вредных газов и паров в воздухе непосредственно на рабочих местах) и автоматические (быстро, непрерывно регистрирующие пороговые концентрации, сигнализирующие о них). Эти методы и средства должны быть пригодны для определения содержания в воздухе всех ядовитых, агрессивных и взрывоопасных веществ на фоне других при концентрации до и выше ПДК (или нижнего предела взрываемости) во всех зонах рабочего пространства, производственных объектов и близлежащих населенных пунктов. Так как неодинаковы цели и функции контроля, то различны и принципы, на которых основаны рассматриваемые методы: в лабораториях – фотометрические, электрохимические, спектроскопические, хроматографические, люминесцентные и др.; в экспресс-методах – термокондукто-метрические (измерение теплопроводности), электрокондукто-метрические (используется изменение электропроводности растворов при поглощении ими исследуемого вещества – приборы типа КУ), оптические (изменение одного из оптических свойств при разной концентрации, например, интерферометр ГИК, ГИП и др.),

фотоколориметрические (приборы типа УГ, ФТЦ) и др. В автоматических приборах используются магнитные, тепловые, электрические, спектрометрические, оптические и другие принципы. Это позволило разработать и широко освоить на практике более 200 различных методик по определению содержания вредных веществ в воздухе и создать множество приборов самых различных конструкций. В соответствии с действующим ГОСТом (Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования) все средства контроля должны обеспечивать избирательное определение содержания вредного вещества на уровне 0,5 ПДК (в приточном воздухе – 0,3 ПДК) в течение не более 30 мин; точность измерений в пределах $\pm 10\%$, специфическое определение содержания вредных веществ в присутствии других веществ; максимальная ошибка измерения не должна превышать $\pm 25\%$. На объектах нефтяной и газовой промышленности широкое применение находят фотоколориметрические экспресс-методы (цветовая реакция определяемого вещества со специальным реагентом в индикаторной трубке), термохимические (тепловой эффект реакции окисления в присутствии катализатора – приборы типа ПГФ, ИВП и др.), оптические и др. Хорошо зарекомендовали себя автоматические газоанализаторы (сигнализаторы) СКВ-3М1, СГП-1. Эти приборы одновременно фиксируют опасные дозрывные концентрации газов, подают сигнал тревоги и реализуют профилактические меры (автоматическое пожедотушение, отключение электроэнергии, включение аварийной вентиляции и т.д.).

Концентрацию пыли можно определять путем выделения твердых частиц из воздуха – весовой (гравиметрический, мг/м^3) и счетный (кониометрический, число частиц в 1 см^3) методы – или без выделения – фотоэлектрические, электрометрические, радиационные, оптические и др. При весовом способе содержащиеся в воздухе твердые частицы выделяются на фильтре при пропускании через него определенного объема запыленного

воздуха и концентрация пыли определяется по разности масс фильтра после и до отбора пылевой пробы.

3.3. Нормирование содержания вредных веществ в воздухе и меры защиты

В период научно-технической революции на предприятиях нефтяной и газовой промышленности ежегодно внедряются в производство десятки, сотни новых химических веществ, катализаторов, ингибиторов, адсорбентов и т. п.

Абсолютное количество их получает относительную токсикологическую оценку и только для 50–70 случаев устанавливаются ПДК. Это обстоятельство в некоторой степени затрудняет научно обоснованное нормирование содержания вредных веществ в воздухе, выдвигает необходимость проведения дополнительных профилактических мероприятий.

Предельно допустимыми концентрациями вредных веществ в воздухе рабочих зон принято считать такие, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч или при другой продолжительности, но не более 41 ч в неделю в течение всего рабочего стажа не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Под рабочей зоной здесь понимается пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного или временного пребывания работающих. ПДК устанавливается для воздуха производственных помещений, горных выработок, открытых площадок, транспортных средств и т. д.

В настоящее время установлены ПДК более чем для 800 широко распространенных опасных веществ. Без установления ПДК невозможно выполнить инженерные расчеты по вентиляции, предельно допустимым объемам вредных выбросов в атмосферу, организовать работу по профилактике отравлений и профессиональных заболеваний; ПДК является

основополагающим показателем при нормировании условий труда и т. д. В соответствии с санитарными нормами все вредные вещества по степени опасного действия их на человека делятся на четыре класса: 1 – чрезвычайно опасные (карбонил никеля, тетраэтилсвинец, пары ртути, двуокись хлора, бромистый метил с ПДК соответственно 0,0005; 0,005; 0,01; 0,1; 1 мг/м³); 2 – высоко опасные (кобальт и его окись, бензол, сероводород, четыреххлористый углерод с ПДК соответственно 0,5; 5; 10 и 20 мг/м³); 3 – умеренно опасные (пыль, содержащая более 70 % свободной SiO₂, фенол, метиловый спирт, толуол с ПДК соответственно 1; 5; 5 и 50 мг/м³); 4 – вещества мало опасные (аэрозоли алюминия и его окиси, аммиак, бензин топливный, этиловый спирт с ПДК соответственно 2; 20; 100; 1000 мг/м³).

В зависимости от класса опасности веществ регламентируется соответствующее оформление зданий, аппаратов и технологических процессов (изолированные кабины, дистанционное управление и др.), определяются требования к объему и содержанию мер защиты. Чем ниже ПДК, тем опаснее вредное вещество, сложнее, масштабнее и значимее усилия по обеспечению безопасности человека.

Для одного и того же токсичного вещества нередко устанавливают несколько значений ПДК- Для атмосферного воздуха значение ПДК тем меньше, чем длительнее контакт человека с токсичным веществом. Так, ПДК для окиси углерода может быть повышена до 50 мг/м³ при длительности работы не более 1 ч, до 100 мг/м³ – при 30 мин, до 200 мг/м³ – при 15 мин.

Для атмосферного воздуха населенных пунктов ПДК значительно ниже, чем для рабочих зон, и имеют два значения: максимальная разовая концентрация и среднесуточная концентрация.

Наряду с токсичностью вещества при установлении ПДК учитывают также запах и раздражающее действие его на слизистые оболочки и промежуток времени между предыдущей и последующей работой в условиях повышенного содержания вредных веществ.

Для устранения или уменьшения опасности вредных веществ для человека важно ограничить применение их по числу и объему, а где возможно, заменить высокотоксичные на менее токсичные, сократить длительность пребывания людей в загрязненном воздухе и следить за эффективным проветриванием производственных помещений. Во всех случаях необходим постоянный контроль за чистотой воздуха. Наряду с другими средствами контроля эффективна одоризация выбросов сильно пахнущими одорантами (этилмеркаптан и др.). Появление запаха в воздухе равнозначно оповещению работающих о приближающейся опасности.

Эффективно также сокращение времени пребывания работающих в загрязненной среде, чередование работы с пребыванием на свежем воздухе, знание ими свойств ядов, характера действия их на организм, понимания необходимости соблюдения личной гигиены. В особо опасных условиях следует шире применять индивидуальные средства защиты: для органов дыхания – респираторы, шланговые противогазы ПШ-1, кислородно-изолирующие приборы (КИП), фильтрующие и изолирующие противогазы, респираторы-лепестки разных модификаций; для глаз – очки, маски, светофильтры; для тела – противопылевые комбинезоны; для рук – перчатки и т.д.

Важнейшими профилактическими мероприятиями следует считать разработку и внедрение современных схем безотходной технологии, новых закрытых процессов и более герметичного, надежного оборудования, ограничение применения вредных веществ, рабочих параметров и т. д.

На производственных объектах нефтяной и газовой промышленности, где в больших объемах используются кислоты и щелочи, необходимо исключить переливы кислот при заполнении емкостей. Рекомендуется транспортировать эти опасные жидкости по специальным трубопроводам (из свинца, винипласта, специальной -стали и т. п.) с автоматическим контролем за перекачкой; слив кислоты из железнодорожных цистерн выполнять при помощи гибких шлангов. Для наполнения мелкой тары необходимо

применять сифоны, оборудованные устройствами для создания вакуума; при разбавлении кислоты наливать ее в воду, а не наоборот. Разлившуюся кислоту необходимо нейтрализовать каустической содой или известью.

Основные меры первой помощи: при отравлении – искусственное дыхание, внешний массаж сердца; при химических ожогах – удаление одежды, наложение стерильной повязки, промывание места ожога большим количеством воды, удаление кислоты фильтровальной бумагой, вынос пострадавшего на свежий воздух, искусственное дыхание.

ГЛАВА IV. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

I. Техничко-экономические обоснование проекта

II. Определить объем инвестиции

- Стоимость основных фондов
- Объем инвестиции на покупку материально-производственных запасов
- Объем инвестиции на покупку малоценного инвентаря и контрольно-измерительных приборов
- Расчет заработной платы производственных рабочих

III. Определить экономическую эффективность, годовой доход

IV. Определить срок окупаемости инвестиции

1. Техничко-экономическое обоснование проекта

- Цель, сущность и задачи проекта и его актуальность
- Экономическая эффективность проекта

2. Определить объем инвестиции

Нижеследующим таблице дано приведенные затраты на ВКР

Стоимость основных фондов

| № | Наименование основных фондов | Кол-во | Стоимость ОФ |
|---|------------------------------|--------|--------------|
| 1 | Здания и сооружения | 2 | 251400500 |
| 2 | Техника | 125 | 5612500 |
| 3 | Машины и оборудования | 50 | 94525050 |
| | Итого | 177 | |

Амортизационные отчисления составляет 20 % от стоимости ОФ

$$A_{отч} = 0,2 \times ОФ / 12$$

Затраты на текущий ремонт и техническое обслуживание 12% от стоимости ОФ

$$P_m = 12\% * ОФ / 12$$

Расчет заработной платы производственных рабочих

| № | Наименование операции | Лаво- зими | Кунлар сони | Ўртача бир кунлик иш хақи | Бажарилган Ишнинг қиймати |
|---|--|---------------|----------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| 1 | Выбор теми на разработку | СНС | 1 | 15000 | 15000 |
| 2 | Изучение и анализ литератур по темы | МНС | 2 | 7050 | 14100 |
| 3 | Разработка интерфейса программы | МНС | 2 | 7050 | 14100 |
| 4 | Занесения плана лекции | МНС | 3 | 7050 | 21150 |
| 5 | Отладка программы | МНС | 1 | 7050 | 7050 |
| 6 | Тестирования комплекс программы | МНС | 2 | 7050 | 14100 |
| 7 | Выявление ошибок | МНС | 2 | 7050 | 14100 |
| 8 | Исправление ошибок | МНС | 2 | 7050 | 14100 |
| 9 | Экономическая часть | МНС | 2 | 7050 | 14100 |
| | | СНС | 1 | 15000 | 15000 |

| | | | | | |
|----|-------------------------------------|-----|----|-------|--------|
| 10 | Охрана труда | МНС | 2 | 7050 | 14100 |
| | | СНС | 1 | 15000 | 15000 |
| 11 | Разработка пояснительной записки | МНС | 1 | 7050 | 7050 |
| 12 | Рецензирование | СНС | 1 | 15000 | 15000 |
| 13 | Оформление и защита ВКР | МНС | 1 | 7050 | 7050 |
| | Итого: | | 24 | | 201000 |

Основная заработная плата определяется как сумма оплаты труда всех рабочих и премии в размере 40 %

$$Z_{осн} = COT * 0,4 + COT$$

Дополнительной заработной платы производственных рабочих берется 10 % от основного З/п

$$Z_{д} = K_{д} * Z_{осн}$$

Фонд оплаты труда определяется как сумму основной и дополнительной заработной платы

$$\Phi OT = Z_{осн} + Z_{д}$$

Затраты на социальное страхование рассчитывается 25% от ФОТ

$$Of_{сс} = 25\% * \Phi OT$$

Транспортные расходы рассчитывается 20% от $Z_{осн}$

$$P_{тр} = 0,2 * Z_{осн}$$

Расход пара на производственные нужды

Длина – 235

Ширина – 125

$V = \text{длина} \times \text{ширина}$

Расходы на электроэнергию определяются по формуле

$$W = N * T * S$$

N – установленная мощность, кВт

T – время работы

S - стоимость электроэнергии за 1кВт

$$W = 1258400$$

Объем инвестиции определяется по формуле

$$K = МПЗ + ФОТ + Аоф + \Sigma P$$

Таблица 4.3

Смета затрат на проведение разработки

| № | Наименование статей затрат | Сумма |
|----|--------------------------------|---------|
| 1 | Стоимость выполненных работ | 125000 |
| 2 | Затраты на производство | 254300 |
| 3 | Производственная себестоимость | 2168 |
| 4 | Расходы периода | 31025 |
| 5 | Материальные затраты | 3021500 |
| 6 | Сырьё | 5685 |
| 7 | Электроэнергия + отопления | 512400 |
| 8 | ФОТ | 35900 |
| 9 | Социальное страхование | 80250 |
| 10 | Амортизация | 351044 |
| 11 | Прочие затраты | 651300 |
| 12 | Основная заработная плата | 503000 |

Таблица 4.4

Расчет экономической эффективности выполненных работ

| № | Наименование показателей | Ед.изм | Сумма | Примечани |
|---|--------------------------|--------|-------|-----------|
|---|--------------------------|--------|-------|-----------|

| | | ерения | | е |
|---|-----------------------------|--------|----------|---------|
| 1 | Стоимость выполненных работ | Сум | 20135005 | Таблица |
| 2 | Затраты на производство | Сум | 345705 | Таблица |
| 3 | Инвестиции | Сум | 245130 | Формула |
| 4 | Экономическая эффективность | Сум | 3550 | Формула |
| 5 | Срок окупаемость | Месяц | 12 | Формула |
| 6 | рентабельность | % | 102 | Формула |

Экономическую эффективность определим по формуле

$$\mathcal{E} = (C1 - C2) * Q$$

$$C1 = C2 * 1,3,$$

C1 и C2 – себестоимость до и после;

Q - объём производство.

Рентабельность определим по формуле

$$R = \frac{\mathcal{E} * 100\%}{K}$$

C1 и C2 – аввалги ва кейинги таннарх,

Q – ишлаб чиқариш хажми

$$\mathcal{E} = (827313,825 - 636395,25) * 1$$

$$\mathcal{E} = 190918,575 \text{ сум}$$

Вычислим рентабельность.

$$R = \mathcal{E} * 100\% / K$$

$$R = 190918,575 * 100\% / 577090$$

$$R = 33\%$$

$$Tок = K / \mathcal{E}$$

E – экономическая эффективность

K- капитал

Определяем срок окупаемости

$$Tок = \frac{K}{\mathcal{E}}$$

$$Tок = 577090 / 190918,575$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе было проделано следующее:

1. Приведено описание технологического процесса и схемы установки очистки нефтяного газа от сероводорода.
2. Предложена система управления процессом очистки попутного газа от сероводорода на малогабаритной блочной установке.
3. Проанализирована работа контура регулирования качества получаемой продукции с регуляторами разных типов.
4. Произведен анализ работоспособности контура регулирования качества получаемой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каримов И.А. «Ўзбекистон иқтисодий ислохатларни чуқурлаштириш йўлида». Т., «Ўзбекистон». 1995 й.
2. Каримов И.А. «Инсон манфаатлари йили». Тошкент, 1997 й.
3. И.А. Каримов. Баркамол авлод – Ўзбекистон тараққиётининг пойдевори. – Т.: «Шарқ», 1997.
4. Жила Н.П., Ключева Э.С. Методы очистки гликолей от тяжелых углеводородов и продуктов деструкции // Обз. информ. Сер. Подготовка и переработка газа и газового конденсата. -М.: ВНИИЭгазпром, 1990. -40 с.
5. Бекиров Т.М., Ланчаков Г.А. Технология обработки газа и конденсата. - М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 1999. -596 с.
6. Зиберт Г.К., Седых А.Д., Кащицкий Ю.А. и др. Подготовка и переработка углеводородных газов и конденсата. Технология и оборудование: Справочное пособие. - М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2001. -316 с.
7. Каневская Р.Д. Математическое моделирование гидродинамических процессов разработки месторождений углеводородов. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2002. -140 с.
8. Технологический регламент на эксплуатацию установок №19-21 сероочистки природного газа цеха №14. TR 00153295-01-2011.
9. Чуракаев А.М. Газоперерабатывающие заводы. Технологические процессы и установки. - М.: Химия, 1971. -240 с.
10. Технологик жараёнларни автоматлаштириш асослари: Ўқув қўлланма. 1,2-кисм. Юсупбеков Н.Р, Игамбердиев Х.З., Маликов А.В. – Тошкент, ТошДТУ, 2007.
11. Юсупбеков Н.Р., Мухамедов Б.Э., Гуломов Ш.М. Технологик жараёнларни бошқариш системалари. «Ўқитувчи», Тошкент, 1997. -352б.
12. Кулиев А.М., Алекперов Г.З., Тагиев В.Г. Технология и моделирование процессов подготовки природного газа. –М.: «Недра», 1978. – 232 с.
13. Кулиев А.М., Тагиев В.Г. Оптимизация процессов газопромышленной технологии. –М.: «Недра», 1984. – 200 с.
14. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. - М.: Химия, 1987. – 496 с.

15. Николаев В.В., Бусыгина Н.В., Бусыгин И.Г. Основные процессы физической и физико-химической переработки газа. – М.: ОАО «Недра», 1998. – 184 с.
16. Страус В. Промышленная очистка газов: Пер. с англ. – М.: Химия, 1981. – 616 с.
17. Емельянов А.И. и др. Проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами. –М.: «Машиностроение», 1984. - 155 с.
18. Шестихин О.Ф. и др. АСУ предприятиями нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Учебное пособие. - Л.: «Химия», 1986, -200 с.
19. Ключев А.С., Глазов Б.В., Дубровский А.Х. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. -М.: Энергия. 1983.
20. Рахимова Х., Аъзамов А., Турсунов Т., Мехнатни муҳофаза қилиш. – Т.: Ўзбекистон, 2003, 242 бет.
21. Ёрматов Ғ., Исамухамедов Ё., Мехнатни муҳофаза қилиш. Дарслик. – Т.: Ўзбекистон, 2002, 384 бет.
22. Гуломова Н.Х., Мирахмедова З.Т., Бекбаева Г.Ю. Корхонанинг айланма маблағлари. – Т.: ТошДТУ, 2009.
23. Махмудов Э.Х. Корхона иқтисодиёти. Ўзбекистон ёзувчилар уюшмаси -Т.: Адабиёт жамғармаси нашриёти, 2004.
24. Каримов И.А. Ўзбекистон-бозор муносабатларига ўтишнинг ўзига хос йўли. –Т.: Ўзбекистон, 1993.
25. http://beloil.ucoz.ru/publ/uzbekneftegaz_uzbekistan/uzbekneftegaz/istorija_razvitiya_neftegazovoj_otrasli_v_uzbekistane/28-1-0-113.
26. <http://finance.uz/cat/economy/the-oil-and-gas-sector-of-uzbekistan-is-developing-dynamically>.
27. www.ximmash.ru
28. www.google.ru.