

**МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГОСПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

**КАФЕДРА: «ИНФОРМАТИКА,
АВТОМАТИЗАЦИЯ И
УПРАВЛЕНИЕ»**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
выпускной квалификационной работы
на тему:

**«АВТОМАТИЗАЦИЯ ФЛЕГМОВОГО УЗЛА
РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ»**

Зав. кафедрой «ИА и У»

Хамидов Б.Т.

Руководитель выпускной

квалификационной работы

Юнусов Б.И.

Выпускную квалификационную

работу выполнил:

Саидов С.С.

ТАШКЕНТ - 2014

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	
1. Описание технологического процесса	
2. Идентификация технологического процесса.....	
3. Описание схемы автоматизации.....	
4. Описание архитектуры системы управления.....	
5. Расчёт системы автоматического регулирования.....	
6. Заказная спецификация на средства автоматизации.....	
7. Охрана труда и техники безопасности.....	
8. Экология.....	
9. Экономическая часть.....	
10. Гражданская защита.....	
Заключение.....	
Использованная литература.....	

ВВЕДЕНИЕ

Стирол как целевой продукт предназначен для производства полимеров. Многочисленные виды полимеров на основе стирола включают полистирол (вспененный, ударопрочный), модифицированные стиролом полиэферы, пластики АБС (акрилонитрил-бутадиен-стирол) и САН (стирол-акрилонитрил).

Установка производства стирола предназначена для переработки этилбензола в стирол. Находится в объекте 1477 цеха 126/127 и состоит из отделения дегидрирования этилбензола и отделения ректификации углеводородного конденсата.

В отделении дегидрирования, в реакторе происходит процесс дегидрирования этилбензола (поступающего из объекта 1476 через промежуточный парк об.1092) с образованием стирола (целевой продукт) и толуола с бензолом (побочные продукты), которые в смеси с непрореагировавшим этилбензолом образуют углеводородный конденсат (УВК). Полученный УВК поступает в объект 1092 (промежуточный парк), откуда подается опять в объект 1477 для разделения на фракции в отделении ректификации.

Получаемые фракции:

- бензолтолуольная фракция (поступает в цех 121/130);
- этилбензол возвратный (идет на повторную переработку в отделение дегидрирования через промежуточный парк об.1092);
- стирол-ректификат (поступает на склад в об.1480);
- кубовый остаток (откачивается в объект 385 химзавода ОАО «АНХК»).

Существующая система автоматизации сильно устарела физически и морально. Так как, на объекте применяется устаревшее пневматическое оборудование, схема автоматизации локальная с применением каскадных и одноконтурных систем регулирования.

В дипломном проекте предлагается заменить устаревшую систему автоматизации на современную (распределенную систему управления), тем самым

повысить качество и надежность управления технологическим процессом и снизить затраты на производство.

Исходя из вышесказанного, можно сформулировать цели и задачи проектирования.

Цель проекта – автоматизация системы управления технологическим процессом ректификационной колонны в производстве стирола.

Задачи:

- 1) Повышение качества управления технологическим процессом;
- 2) Увеличение надежности системы регулирования;
- 3) Улучшение противоаварийной защиты;
- 4) Замена устаревшего оборудования;
- 5) Усиление контроля над содержанием вредных веществ в окружающей среде;
- 6) Снижение себестоимости производства продукции.

Общая характеристика производственного объекта

Установка производства стирола входит в состав цеха 126/127 ОАО "Ангарский завод полимеров". Производительность установки 44000т в год стирола-ректификата.

1. Назначение установки

Установка производства стирола предназначена для:

- переработки этилбензола в стирол;
- приема, хранения и отгрузки товарного стирола;
- выдачи стирола на производство полистиролов;
- приема и хранения этилбензола (привозного и собственного), углеводородного конденсата (УВК), диметилформамида, продуктов освобождения и некондиционного стирола, охлаждающих жидкостей.

2. Состав производства

Объект 1477 – установка получения стирола состоит из отделения дегидрирования этилбензола и ректификации углеводородного конденсата.

Объект 1072 – промежуточный парк для приема, компаундирования и откачки товарного стирола, поступающего из об.1477 производства стирола.

Объект 1072а – промежуточный парк для хранения этилбензола привозного и этилбензола-ректификата и для товарного стирола, поступающего из об.1477 производства стирола.

Объект 1079 – насосная для перекачки продуктов из промежуточного парка об.1072, 1072а в об.1480 и в об.1092 и налива товарного стирола и этилбензола в ЖДЦ в об.1080.

Объект 1080 – предназначен для слива из ЖДЦ привозного этилбензола, налива в ЖДЦ из емкостей об.1072, 1072а товарного стирола и этилбензола.

Объект 1092 – промежуточный парк для приема, компаундирования и откачки этилбензола - ректификата из об.1476, этилбензола привозного из об.1080 и этилбензола возвратного из об.1477, углеводородного конденсата и продуктов освобождения системы об.1477 производства стирола.

Объект 1093 – насосная для подачи (откачки) продуктов из емкостей об.1092 на производство стирола об.1477, нагрева и подачи ЖНЗ для обогрева емкостей и трубопроводов в зимнее время в объектах 1092, 1092а, 1477.

Объект 1480 – промежуточный парк, предназначенный для приема, компаундирования и откачки стирола-ректификата, поступающего из отделения ректификации об.1477 установки производства стирола, для товарного или некондиционного стирола, поступающего из об.1072 и для охлаждения циркулирующего стирола из об.1480 в об.1451 производства полистирола.

Объект 1481 – насосная для перекачки продуктов из промежуточного парка об.1480 в об.1451 производства полистирола, а также для откачки стирола в промежуточные парки об.1072 и об.1092.

Область применения выпускаемой продукции

Стирол – целевой продукт установки, применяется для производства полимеров. Многочисленные виды полимеров на основе стирола включают полистирол (вспененный, ударопрочный), модифицированные стиролом полиэфирсы, пластики АБС (акрилонитрил-бутадиен-стирол) и САН (стирол-акрилонитрил).

Бензолтолуольная фракция (БТФ) – побочный продукт производства стирола, применяется как компонент бензина.

Кубовый остаток ректификации стирола (КОРС) – побочный продукт производства стирола, применяется в качестве добавки к котельному топливу.

Описание технологии проектируемого участка

Отделение ректификации производства стирола предназначено для разделения углеводородного конденсата (УВК) на фракции. Процесс разделения происходит в трех ректификационных колоннах, где поэтапно выделяется каждая из фракций, осуществляется под вакуумом для снижения температуры кипения продуктов, содержащихся в углеводородном конденсате, что замедляет процесс полимеризации стирола.

Из парка об.1092 УВК направляется через фильтр Ф-330/1,2 (один рабочий, второй резервный) в качестве питания в ректификационную колонну К-302,

проходя через Т-230 отделения дегидрирования, где подогревается химзагрязненной водой, выходящей из аппарата Т-209.

В целях предотвращения полимеризации в процессе ректификации насосами Н-341 через фильтр Ф-331/1,2 в куб колонны К-302 подается раствор ингибиторов.

Колонна К-302 - вакуумная, насадочная. Насадка выполнена в виде пакетов, изготовленных из тонкого зигзагообразного перфорированного нержавеющей листа. Внутри колонны расположены, независимо друг от друга, 4 пакета насадки типа "Флексипак", нумерация которых начинается сверху колонны. Питание в колонну К-302 вводится на отм.20,375 м между третьим и четвертым пакетом насадки.

Для создания вакуума предназначены 2 парожекторные установки (ПЭУ) – Н-376/1,2.

Температура в кубе колонны К-302 поддерживается с помощью кипятильника Т-303, через который циркулирует кубовая жидкость колонны при помощи насосов Н-306/1,2.

Обогрев кипятильника Т-303 производится паром Р-1,5 кгс/см², редуцированным из пара Р-3,5 кгс/см². Проходя колонну, пары бензолтолуольной фракции (БТФ) с верха колонны поступают в конденсатор Т-304, охлаждаемый обратной водой.

Несконденсированные пары БТФ поступают из конденсатора Т-304 в конденсаторы Т-305/1,2, где охлаждаются жидкостью низкотемпературной (ЖНЗ).

Возможно замерзание БТФ в межтрубном пространстве конденсаторов Т-305/1,2, во избежание чего предусматривается их периодическое отключение для оттаивания. Конденсат из конденсатора Т-305 стекает в трубопровод слива сборника - конденсатора Т-304, откуда насосом Н-307 подается непрерывно через агломерационный фильтр Ф-306а, частично - через фильтр Ф-330/3,4 (один рабочий, второй резервный) в колонну К-302 в виде флегмы, частично – в цех 121/130и в схему этилбензола возвратного для поддержания необходимой концентрации БТФ в системе дегидрирования. Нижний водный слой из фильтра Ф-306а периодически дренируется в подземную емкость Е-301.

Из куба колонны К-302 кубовая жидкость с нагнетания кубовых насосов Н-306 подаётся на всас насосов Н-308 и далее на питание колонны поз. К-312.

Колонна К-312 - вакуумная, насадочная. Насадка выполнена в виде пакетов, изготовленных из тонкого зигзагообразного перфорированного нержавеющей листа. Внутри колонны расположены, независимо друг от друга, 5 пакетов насадки типа "Флексипак", нумерация которых начинается сверху колонны.

Для создания вакуума предназначены две установки Н-378/1,2, одна из которых резервная.

Колонна К-312 предназначена для выделения возвратного этилбензола из кубовой жидкости колонны К-302. Температура в кубе колонны К-312 поддерживается с помощью 2-х кипятильников Т-313/1,2, через которые циркулирует кубовая жидкость колонны при помощи насосов Н-316/1-4.

Обогрев кипятильников Т-313/1,2 производится паром Р-1,5 кгс/см², редуцированным из пара Р-3,5 кгс/см², и кипятильника Т-313/1 дополнительно паром Р-1,5 кгс/см² с производства этилбензола.

Проходя колонну, пары этилбензола с верха колонны поступают в конденсатор Т-314, охлаждаемый оборотной водой.

Несконденсированные пары этилбензола из конденсатора Т-314 поступают в конденсатор Т-315, который охлаждается ЖНЗ.

Отдувки из конденсатора Т-315 отсасываются ПЭУ Н-378/1,2.

Конденсат - этилбензол возвратный, после конденсатора Т-315 стекает в трубопровод слива сборника – конденсатора Т-314, откуда насосом Н-317/1-4 непрерывно подается частично – в виде флегмы в колонну К-312, частично – на склад промпродуктов в об.1092.

В целях предотвращения полимеризации в процессе ректификации, в питание колонны К-312 через фильтр Ф-331/3,4 (один рабочий, второй резервный) подается раствор ингибитора.

Из куба колонны К-312 кубовая жидкость с нагнетания кубовых насосов Н-316 подается на всас насосов Н-318 и далее в линию питания колонны К-322, охлаждаясь в теплообменнике Т-319. Периодически кубовая жидкость подается в узел ингибирования для приготовления раствора ингибитора.

Колонна К-322 - вакуумная, насадочная. Насадка выполнена в виде пакетов, изготовленных из тонкого зигзагообразного перфорированного нержавеющей листа. Внутри колонны, независимо друг от друга находятся 2 пакета типа "Флексипак", нумерация которых начинается сверху колонны.

Для создания вакуума предназначены ПЭУ Н-379/1,2, один из которых резервный.

Колонна К-322 предназначена для выделения стирола-ректификата из кубовой жидкости колонны К-312. Температура в кубе колонны К-322 поддерживается циркуляцией кубовой жидкости насосом Н-326/1,2 через кипятильник Т-323, обогреваемый паром с давлением до $0,5 \text{ кгс/см}^2$, редуцированным из пара с давлением $P-3,5 \text{ кгс/см}^2$ и паром $P-1,5 \text{ кгс/см}^2$ производства этилбензола.

Проходя колонну, пары стирола с верха колонны поступают в конденсатор Т-324, охлаждаемый оборотной водой.

Несконденсированные пары стирола из конденсатора Т-324 поступают в конденсатор Т-325, который охлаждается ЖНЗ.

Несконденсированные пары стирола отсасываются ПЭУ Н-379/1,2.

Конденсат, стирол-ректификат, после конденсатора Т-324 насосом Н-327 подается частично – в виде флегмы через фильтр Ф-330/7,8 (один рабочий, второй резервный) в колонну К-322, а остальной стирол-ректификат – на склад в об.1480 через холодильник Т-329, охлаждаемый ЖНЗ.

Конденсат из конденсатора Т-325 самотеком поступает в трубопровод слива сборника-конденсатора Т-324. Кубовая жидкость колонны К-322 с нагнетания кубовых насосов Н-326 подается на всас насосов Н-328 и далее на питание роторно-пленочного аппарата К-332, в верхнюю часть для выделения смолы КОРС для последующей ее утилизации.

Паровой конденсат после кипятильников Т-303, Т-313/1,2, Т-323 собирается в коллектор и направляется в сборники парового конденсата Е-240/1,2.

Освобождение аппаратов от продукта установки производства стирола в аварийной ситуации и при нормальной остановке производится в емкости Е-1, Е-2, Е-3 склада промпродуктов об.1092.

Нормы технологического режима

Нормы технологического режима представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Нормы технологического режима

Наименование объектов, стадий процесса, показателей режима, номера позиций оборудования по схеме	Единицы измерения	Допускаемые пределы технологических параметров и показателей качества	Функциональное обозначение и номер позиции прибора по схеме	Требуемый класс точности измерительных приборов ГОСТ 8.401	Оптимальное значение параметров
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
расход питания К-302	т/час	6-15	1а	1,5	10-13
температура парового конденсата из Т-303	°С	90-125	2а	1,0	-
расход циркуляции через Т-303	м ³ /ч	не менее 100	3а	1,5	-
уровень в Е-303	%	20-80	4а	1,5	40-60
температура питания К-302	°С	75-85	5а	1,0	-
температура в 3 пакете насадки К-302	°С	50-80	6а	1,0	-
температура низа 3 пакета насадки К-302	°С	50-80	7а	1,0	-
температура между 3 и 4 пакетами К-302	°С	45-85	8а	1,0	-
температура в 4 пакете насадки К-302	°С	не более 98	9а	1,0	-
остаточное давление верха К-302	кПа	не более 17,3	10а	1,5	-
остаточное давление куба К-302	кПа	не более 24,2	11а	1,5	130-150
температура верха К-302	°С	не более 50	13а	1,0	-
температура между 2 и 3 пакетами К-302	°С	50-850	14а	1,0	-
расход пара в Т-303	т/час	1,2-1,6	15а	1,5	-
температура куба К-302	°С	не более 98	16а	1,0	85-90
уровень в кубе К-302	%	20-80	17а	1,5	40-60
расход питания К-312	т/час	не более 15	18а	1,5	10-13

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6
температура воды оборотной из Т-304	°С	18-40	19а	1,0	-
расход воды оборотной в Т-304	м ³ /ч	90-120	20а	1,5	-
расход флегмы К-302	т/час	4-10	21а	1,5	5-6
уровень в Т-304	%	20-80	22а	1,5	40-60
расход БТФ в цех 121/130	кг/час	не более 500	23а	1,5	-
расход БТФ в линию этилбензола	кг/час	не более 2500	24а	1,5	-
уровень водного слоя в Ф-306А/1	мм	не более 50	25а	1,5	-
уровень водного слоя в Ф-306А/2	мм	не более 50	25б	1,5	-
температура отдувки после Т-304	°С	20-40	27а	1,0	-
температура БТФ из Т-304	°С	30-50	28а	1,0	-
температура отдувки после Т-305	°С	0-20	29а	1,0	-
температура ЖНЗ из Т-305	°С	0-25	30а	1,0	-
температура питания К-312	°С	60-70	32а	1,0	-
температура парового конденсата из Т-313/1	°С	90-125	33а	1,0	-
расход циркуляции через Т-313/1	м ³ /ч	не менее 200	34а	1,5	-
уровень в Е-313	%	20-80	35а	1,5	40-60
температура в 4 пакете насадки К-302	°С	не более 83	36а	1,0	-
температура низа 4 пакета насадки К-302	°С	не более 83	37а	1,0	-
температура верха К-312	°С	не более 50	38а	1,0	-
температура куба К-312	°С	не более 83	39а	1,0	65-75
остаточное давление верха К-312	кПа	не более 8	40а	1,5	-
остаточное давление куба К-312	кПа	не более 12,3	41а	1,5	75-90
температура в 5 пакете насадки К-312	°С	не более 83	45а	1,0	-
температура между 3 и 4 пакетами К-312	°С	46-60	46а	1,0	-
расход пара в Т-313/1	т/час	2-4	47а	1,5	-
расход пара в Т-313/2	т/час	2-4	48а	1,5	-
уровень в кубе К-312	%	20-80	49а	1,5	40-60
расход питания К-322	т/час	не более 8,6	50а	1,5	4-6
температура воды оборотной из Т-314	°С	18-40	51а	1,0	-

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6
расход воды оборотной в Т-314	м ³ /ч	180-340	52а	1,5	-
температура парового конденсата из Т-313/2	°С	90-125	53а	1,0	-
расход циркуляции через Т-313/2	м ³ /ч	не менее 200	54а	1,5	-
расход флегмы К-312	т/час	35-78	55а	1,5	40-55
уровень в Т-314	%	20-80	56а	1,5	40-60
расход этилбензола в об.1092	т/час	3-7,5	57а	1,5	-
температура отдувки после Т-314	°С	20-40	58а	1,0	-
температура этилбензола из Т-314	°С	35-55	59а	1,0	-
температура отдувки после Т-315	°С	0-20	60а	1,0	-
температура ЖНЗ из Т-315	°С	0-25	61а	1,0	-
температура питания К-322	°С	35-50	63а	1,0	-
температура парового конденсата из Т-323	°С	90-125	64а	1,0	-
расход циркуляции через Т-323	м ³ /ч	не менее 200	65а	1,5	-
уровень в Е-323	%	20-80	66а	1,5	40-60
температура в 1 пакете насадки К-322	°С	50-65	67а	1,0	-
температура низа 1 пакета насадки К-322	°С	50-65	68а	1,0	-
температура между 1 и 2 пакетами К-322	°С	50-65	69а	1,0	-
температура во 2 пакете насадки К-322	°С	50-65	70а	1,0	-
уровень в кубе К-322	%	20-80	71а	1,5	40-60
расход пара в Т-323	т/час	0,6-1,6	72а	1,5	-
температура куба К-322	°С	не более 75	73а	1,0	50-70
остаточное давление верха К-322	кПа	не более 5,3	74а	1,5	-
остаточное давление куба К-322	кПа	не более 8,9	75а	1,5	35-60
температура верха К-322	°С	не более 50	77а	1,0	-
температура воды оборотной из Т-324	°С	18-40	78а	1,0	-
расход воды оборотной в Т-324	м ³ /ч	80-150	79а	1,5	-
расход флегмы К-322	т/час	5-13	80а	1,5	7-9
уровень в Т-324	%	20-80	81а	1,5	40-60
расход стирола-ректификата в об.1480	т/час	2,6-6,2	82а	1,5	-

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6
расход питания РПА К-332	т/час	0,5-1,0	83а	1,5	=
температура отдувки после Т-324	°С	20-40	84а	1,0	-
температура стирола из Т-324	°С	30-50	85а	1,0	-
температура отдувки после Т-325	°С	0-30	86а	1,0	-
температура ЖНЗ из Т-325	°С	0-25	87а	1,0	-
давление в маслобаках насосов поз. Н-306, Н-307, Н-308, Н-316, Н-317, Н-318, Н-326, Н-327, Н-328,	МПа	0,1-0,2	91а-110а	1,5	-
температура подшипника №1 на насосах поз. Н-306, Н-307, Н-308, Н-316, Н-317, Н-318, Н-326, Н-327, Н-328.	°С	не более 55	111а-130а	1,0	-
температура подшипника №2 на насосах поз. Н-306, Н-307, Н-308, Н-316, Н-317, Н-318, Н-326, Н-327, Н-328.	°С	не более 55	131а-150а	1,0	-
уровень затворной жидкости в маслобаках насосов поз. Н-306, Н-307, Н-308, Н-316, Н-317, Н-318, Н-326, Н-327, Н-328.	мм	не более 60	151а-170а	1,5	-
заполнение полости насосов поз. Н-306, Н-307, Н-308, Н-316, Н-317, Н-318, Н-326, Н-327, Н-328.	%	не менее 60	171а-190а	1,5	-

Система сигнализации и блокировки

Сигнализации и блокировки, которые контролируют технологический процесс, представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Система сигнализации и блокировки

Наименование параметра, номер позиции оборудования по схеме	Единица измерения параметра	Шкала датчика прибора (пределы измерения)	Критическое значение параметра	Допускаемое значение параметра (по графе 3 раздела 4 ТР)	Значение параметра при срабатывании		Действие блокировки
					Сигнализации	Блокировки	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
Остаточное давление куба колонны К-302	кПа	0-40	-	Не более 24,2	24,2	26,7	Закрывается отсечной клапан поз. 11в на подаче пара в кипятильник Т-303
Остаточное давление куба колонны К-312	кПа	0-25	-	Не более 12,3	12,3	13,3	Закрываются отсечной клапан поз. 41в и 42в на подаче пара в кипятильники Т-313/1,2
Остаточное давление куба колонны К-322	кПа	0-25	-	Не более 8,9	8,9	10	Закрывается отсечной клапан поз. 75г на подаче пара в кипятильник Т-323
Температура подшипников насосов Н-306, Н-307, Н-308, Н-316, Н-317, Н-318, Н-326, Н-327, Н-328.	°С	0-100	-	не более 55	60	60	Отключение эл.двигателя насоса Н-306, Н-307, Н-308, Н-316, Н-317, Н-318, Н-326, Н-327, Н-328.

Продолжение таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8
Заполнение полости насосов поз. Н-306, Н-307, Н-308, Н-316, Н-317, Н-318, Н-326, Н-327, Н-328.	%	Дискретный датчик	-	не менее 100	100	100	Отключение эл.двигателя насоса поз. Н-306, Н-307, Н-308, Н-316, Н-317, Н-318, Н-326, Н-327, Н-328. с задержкой по времени 180сек.
Уровень затворной жидкости насосов Н-306, Н-307, Н-308, Н-316, Н-317, Н-318, Н-326, Н-327, Н-328.	мм	Дискретный датчик	-	-	60	60	Отключение эл.двигателя насоса поз. Н-306, Н-307, Н-308, Н-316, Н-317, Н-318, Н-326, Н-327, Н-328. с задержкой по времени 180 сек.
Давление азота в бачке затворной жидкости насосов Н-306, Н-307, Н-308, Н-316, Н-317, Н-318, Н-326, Н-327, Н-328.	МПа	0-40	-	0,1-0,2	0,25	0,25	Отключение эл.двигателя насоса поз. Н-306, Н-307, Н-308, Н-316, Н-317, Н-318, Н-326, Н-327, Н-328.
Давление азота в бачке затворной жидкости насосов Н-306, Н-307, Н-308, Н-316, Н-317, Н-318, Н-326, Н-327, Н-328.	МПа	0-40	-	0,1-0,2	0,1	-	-
Температура куба К-302	°С	0-150	-	Не более 98	98	-	-
Температура куба К-312	°С	0-150	-	Не более 83	83	-	-

Продолжение таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8
Температура куба К-322	°С	0-150	-	Не более 75	75	-	-
Загазованность помещения насосной отделения ректификации	% НКПВ	0-20	-	0-20	20	20	Включение эл.двигателя АВ-18,19
Загазованность помещения отм.6,00 отделения ректификации	% НКПВ	0-20	-	0-20	20	20	Включение эл.двигателя АВ-20
Загазованность наружной установки отделения ректификации об. 1477	% НКПВ	0-20	-	0-20	20	-	-

АВТОМАТИЗАЦИЯ

1. Анализ технологического объекта, как объекта автоматизации

Рассматриваемый технологический объект – ректификационная установка непрерывного действия. Целевым продуктом является стирол-ректификат, который выделяется из УВК.

Основными технологическими аппаратами являются вакуумные ректификационные колонны насадочного типа К-302, К-312, К-322. В обвязку колонн входят также теплообменные аппараты (кипятильники, конденсаторы, теплообменники) и трубопроводы, по которым осуществляется транспортировка продуктов насосным оборудованием.

Основным процессом в отделении является массообменный процесс – процесс ректификации, протекающий в колоннах. В каждой колонне, поочередно, из смеси выделяются, практически чистые, побочные и целевой компоненты (БТФ, этилбензол, стирол-ректификат и КОРС).

Так же в отделении протекают гидродинамические (транспортирование жидкостей по трубопроводам) и тепловые (нагревание и охлаждение жидкостей и газов, конденсация паров, кипение жидкостей в теплообменных аппаратах) процессы.

Для получения продукта заданного качества используется косвенный метод контроля распределения концентраций продуктов по высоте колонны – по состоянию температурного профиля колонны (изменение температуры внутри колонны в зависимости от высоты и фракционного состава).

Оптимальную форму температурного профиля колонны определяет флегмовое число для каждой колонны, согласно регламенту, а расположение профиля по высоте колонны определяется температурой на контрольной тарелке.

Материальный баланс в колоннах и стабилизация всей системы, поддерживается контролем и стабилизацией уровней в кубах колонн и в сборниках-конденсаторах.

Существующая схема автоматизации построена на локальных контурах регулирования, на устаревшем пневматическом оборудовании. Это оборудование не дает возможности полностью реализовать регулирование технологическим процессом, отвечающее современным требованиям к безопасности и качеству.

Современная распределенная система управления, в свою очередь, существенно расширяет возможности регулирования. С помощью процессорной техники можно реализовать сложные алгоритмы управления. При этом оборудование имеет высокую надежность, есть возможность резервирования. Уже внедренная система легко поддается изменениям в схемах и контурах регулирования, без замены и модернизации оборудования.

Контур регулирования процесса:

- Расход питания К-302 регулируется по заданному количеству клапаном, установленным на трубопроводе питания К-302;
- Расход пара в Т-303 регулируется по заданному количеству клапаном, установленным на трубопроводе подачи пара в Т-303, с коррекцией от разности температур между верхом колонны и контрольной тарелкой;
- Уровень в Е-303 регулируется по заданному значению клапаном, установленном на трубопроводе отвода конденсата в Е-240 из Е-303;
- Расход флегмы в К-302 регулируется по заданному количеству клапаном, установленным на трубопроводе подачи флегмы в К-302;
- Откачка водного слоя из Ф306А/1,2 осуществляется клапаном периодически, при поступлении сигнала с датчика наличия влаги в Ф306А/1,2;

- Расход БТФ в цех 121/130 регулируется по заданному количеству клапаном, установленным на трубопроводе подачи БТФ в цех 121/130, с коррекцией по уровню в Т-304;
- Расход БТФ в трубопровод этилбензола возвратного, регулируется по заданному количеству клапаном, установленным на трубопроводе подачи БТФ в линию этилбензола возвратного с коррекцией по уровню в Т-304 и расходу в цех 121/130;
- Расход питания К-312 регулируется по заданному количеству клапаном, установленным на трубопроводе питания К-312 с коррекцией по уровню в К-302;
- Температура питания К-312 регулируется по заданному значению клапаном, установленным на трубопроводе подачи воды в Т-309;
- Расход воды в Т-304 регулируется по заданному количеству клапаном, установленным на трубопроводе подачи воды в Т-304, с коррекцией от температуры на выходе из Т-304;
- Температура на выходе из Т-305 регулируется по заданному значению клапаном, установленным на трубопроводе подачи ЖНЗ в Т-305;
- Расход пара в Т-313/1,2 регулируется по заданному количеству клапанами, установленными на трубопроводах подачи пара в Т-313/1,2 соответственно, с коррекцией от разности температур между низом колонны и контрольной тарелкой;
- Уровень в Е-313 регулируется по заданному значению клапаном, установленным на трубопроводе отвода конденсата в Е-240 из Е-313;
- Расход флегмы в К-312 регулируется по заданному количеству клапаном, установленным на трубопроводе подачи флегмы в К-312, с коррекцией по флегмовому числу (отношение расхода дистиллята к расходу флегмы) и уровню;

- Расход этилбензола возвратного регулируется по заданному количеству клапаном, установленным на трубопроводе откачки этилбензола возвратного с коррекцией по уровню в Т-314;
- Расход питания К-322 регулируется по заданному количеству клапаном, установленным на трубопроводе питания К-322 с коррекцией по уровню в К-312;
- Температура питания К-322 регулируется по заданному значению клапаном, установленным на трубопроводе подачи воды в Т-319;
- Расход воды в Т-314 регулируется по заданному количеству клапаном, установленным на трубопроводе подачиводы в Т-314, с коррекцией от температурына выходе из Т-314;
- Температурана выходе из Т-315 регулируется по заданному значению клапаном, установленным на трубопроводе подачиЖНЗ в Т-315;
- Расход пара в Т-323регулируется по заданному количеству клапанами, установленными на трубопроводах подачи пара в Т-323, с коррекцией по уровню в К-322;
- Уровень в Е-323 регулируется по заданному значению клапаном, установленным на трубопроводе отвода конденсата в Е-240 из Е-323;
- Расход флегмы в К-322 регулируется по заданному количеству клапаном, установленным на трубопроводе подачи флегмы в К-322;
- Расход стирола-ректификатав объект 1480 регулируется по заданному количеству клапаном, установленным на трубопроводе подачи стирола-ректификатав объект, с коррекцией по уровню в Т-324;
- Расход питания К-332 регулируется по заданному количеству клапаном, установленным на трубопроводе питания К-332;
- Расход воды в Т-324 регулируется по заданному количеству клапаном, установленным на трубопроводе подачиводы в Т-324, с коррекцией от температурына выходе из Т-324;

- Температурана выходе из Т-325 регулируется по заданному значению клапаном, установленным на трубопроводе подачи ЖНЗ в Т-325.

В качестве модернизации существующей схемы, для улучшения качества регулирования и продукции, увеличения надежности и безопасности производства а так же для снижения затрат на производство, предложены следующие изменения:

1) Локальные схемы регулирования температуры воды на выходе из Т-304, Т-314 и Т-324 заменены каскадными;

2) Установка регулирующих клапанов на трубопроводы подачи воды обратной в Т-309 и в Т-319 и построение локальных схем для стабилизации температур питания колонн К-312 и К-322 соответственно;

3) Установка отсечных клапанов на трубопроводах дренирования влаги из Ф-306/1,2 по сигналу от датчиков наличия влаги;

4) Включение регулирования уровня в Т-304 расходом БТФ в трубопровод этилбензола возвратного, в случае если регулировать его с помощью расхода БТФ в цех 121/130 невозможно;

5) Стабилизация флегмового числа на К-312, с помощью регулирования соотношения расхода флегмы и дистиллята;

6) Замена схемы стабилизации абсолютной температуры на контрольной тарелке в К-312, схемой стабилизации разницы между температурой на контрольной тарелке и температурой в 5 пакете насадки;

7) Установка датчиков заполнения полостей насосного оборудования.

Кроме этого, для увеличения надежности и предупреждения аварийных ситуаций можно:

1) Внедрить систему оповещения оператора при критической скорости изменения параметра, например для уровней в Т-304, Т-314 и Т-322, не дожидаясь пока параметр достигнет максимального значения (20–80% для уровней), следовательно, у оператора будет больше времени для принятия мер;

2) В случае если нет возможности регулирования уровней в Т-304, Т-314 и Т-322 с помощью штатных систем переключаться на регулирование этих

уровней расходом флегмы, тем самым исключить переполнение или опустошение сборника.

Технологией процесса предусматривается, что два раза в сутки, из куба колонны К-312 забирается часть кубовой жидкости для приготовления раствора ингибитора. При этом уровень в кубе понижается в течение примерно 10 минут на 10-15%. Это для аналогового регулятора является сильным возмущающим воздействием, следовательно, резко изменяется расход питания К-322 (каскадное управление), что крайне нежелательно. Предлагается ввести дискретное управление уровнем колонны для исключения колебаний расхода при заправке ингибиторных емкостей.

В связи с жесткими требованиями по плановой суточной выработке стирола-ректификата, желательное применение автоматического корректирования нагрузки по заданному оператором значению.

2.Обоснование выбора полевой автоматики

Согласно перечню технологических параметров и нормам технологического режима, производится выбор первичных преобразователей, используемых для измерения параметров.

Выбор производится с учетом стоимости, климатического исполнения, производителя. Оборудование, находящееся вне помещений, должно иметь исполнение по температуре окружающей среды не выше -45°C по нижнему пределу. Там, где невозможно применить оборудование, приспособленное к низким температурам окружающей среды, должны быть установлены обогревающие шкафы.

Производство стирола является взрыво- и пожароопасным, поэтому оборудование выбирается во взрывобезопасном исполнении. Предпочтение отдается искробезопасному оборудованию, т.к. оно менее громоздко и дешевле, чем оборудование с «взрывонепроницаемой оболочкой».

Сигналы датчиков и исполнительных устройств выбираются в виде унифицированного токового сигнала 4-20мА, т.к. он наиболее подходит к организации распределенной системы управления на базе микропроцессорной техники.

3. Выбор датчиков для измерения температуры

Диапазон температур на автоматизируемом объекте составляет от -50 до $+180$. Поэтому для измерения температур выбираются термометры сопротивления с унифицированным сигналом ТСМУ Метран – 274 в исполнении: ЕхiаИСТ6, IP65, У1.1, V1, кроме термометров, измеряющих температуру подшипников насосов. Для них выбирается Метран-2700 в исполнении: 0ЕхiаИСТ5Х, IP65, У2, G1, из-за высокой виброустойчивости. Выходной сигнал: 4-20мА.

4. Выбор датчиков для измерения давления

Для измерения давления в колонне выбран датчик абсолютного давления Метран-150ГА с диапазоном $P=3,2\div 30,4$ кПа и в исполнении: 0ЕхiаИСТ5Х, IP66, V2. Окружающий воздух: $T=-55\dots+80^{\circ}\text{C}$. Выходной сигнал: 4-20мА.

А для измерения давления в маслобаках насосов – датчик избыточного давления Метран-150ТG в исполнении: 0ЕхiаИСТ5Х, IP66, V2. Окружающий воздух: $T=-55\dots+80^{\circ}\text{C}$. Выходной сигнал: 4-20мА.

5. Выбор датчиков для измерения расхода

Для измерения расхода всех потоков выбраны комплекты для замера расхода с диафрагмой Rosemount 405С и датчиком Rosemount 3051S, так как эти комплекты достаточно компактны, имеют сравнительно невысокую стоимость и не очень требовательны к месту и положению установки. Исполнение: 0ЕхiаИСТ4, IP66. Выходной сигнал: 4-20мА.

Для учета стирола ректификата применяются преобразователи многопараметрические 3051SMV, которые предназначены для измерения абсолютного или избыточного давления (в том числе разрежения), разности

давлений, температуры, а также вычисления объемного или массового расхода и количества пара, жидкостей и газов в рабочих условиях, объемного расхода и количества газов, приведенного к стандартным условиям (при температуре 20°C и давлении 101325 Па), расхода и количества тепловой энергии и удельной теплоты сгорания (для углеводородов).

6. Выбор датчиков для измерения уровня

Вместо буйковых уровнемеров, наиболее оптимальной заменой является волноводный радарный уровнемер Rosemount 5300, который устанавливается на выносную камеру вместо штатного. С одинарным жестким зондом для измерения уровня нефтепродуктов и с коаксиальным зондом для измерения уровня парового конденсата, согласно рекомендациям завода изготовителя. Исполнение: 0ExiaIICT4X, IP67. Выходной сигнал: 4-20мА.

Кроме того, для контроля уровня в маслобаках насосов применяется вибрационный сигнализатор уровня Rosemount 2120, Выходной сигнал: 4..20 мА. Исполнение: 0ExiaIICT5, IP67.

7. Выбор исполнительного механизма

Для регулирования ряда параметров применены регулирующие, запорные клапаны SAMSON-3241-1. По условиям агрессивности сред исполнительный механизм выполнен из коррозионностойкой литой стали. Так как из контроллера поступает выходной токовый сигнал 4 – 20 мА, то его нужно преобразовать в пневматический унифицированный сигнал 0.2 – 1 кгс/см², для этого используется позиционер SAMSON-4763-1, оказывающий воздействие на регулирующий клапан.

В качестве отсечного клапана выбран SAMSON-3351 Ду100, Ру16, кл.герм. VI, корпус из нержавеющей стали, Кву 100, «НЗ» производство Samson AG, г. Франкфурт на Майне, Германия. Он управляется электромагнитным клапаном, встроенным в индуктивный сигнализатор конечных положений. Воздух питания: Р=1,4...6,0кгс/см². Выходной сигнал сигнализатора: NAMUR (EN 60947-5-6),

Управляющий сигнал соленоида: 12В.Исполнение: EExiaIICT6 X, IP65.
Окружающий воздух: T= -45...+80°C.Samson AG, г. Франкфурт на Майне,
Германия.

8. Краткое описание микропроцессорной техники

В настоящее время существует большое множество различных контроллеров, выпускаемых отечественными и зарубежными производителями.

Выбор контроллеров должен определяться следующими критериями:

- функциональные возможности контроллера должны полностью покрывать круг задач, решаемых при автоматизации данного технологического процесса;
- характеристики контроллера, определяющие его быстродействие должны удовлетворять потребностям автоматического управления;
- количественные характеристики контроллера, определяющие число и типы входов и выходов должны быть оптимально соотнесены с информационными характеристиками процесса;
- коммуникационные характеристики контроллеров, тип сети, используемые протоколы и возможность сопряжения с имеющимися и предполагаемыми;
- объем постоянной и оперативной памяти контроллера должен быть достаточным для размещения и оптимального функционирования прилагаемого программного обеспечения. При этом должны учитываться цены контроллеров и дополнительного оборудования.

Из множества различных контроллеров выбран программируемый контроллер CENTUMCS3000R3 фирмы Yokogawa (Япония). Контроллеры данной фирмы уже достаточно часто применяются в нашем регионе, а, следовательно, накоплен большой опыт в подключении и эксплуатации контроллера этой фирмы.

Распределенная система управления CENTUM CS3000R3 открывает новую эру в классе распределенных систем управления крупнотоннажными производствами.

CENTUM CS3000R3 продолжает линию распределенных систем управления CENTUM фирмы Yokogawa. Системы управления семейства CENTUM зарекомендовали себя как надежные, отказоустойчивые и удобные в эксплуатации и обслуживании системы.

На рисунке 2.1 изображена типичная конфигурация распределенной системы управления CENTUM CS3000R3.

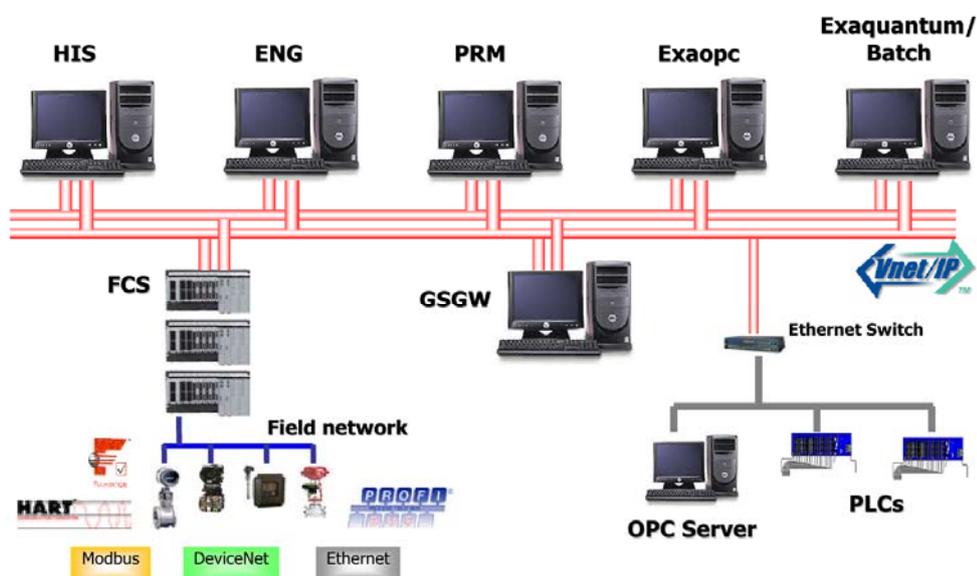


Рисунок 2.1 – Типичная конфигурация PCY CENTUM CS3000R3

Основные задачи, решаемые системами управления CENTUM:

- безопасное ведение технологических процессов;
- реализация решений задач оптимального управления;
- обеспечение устойчивости процессов регулирования;
- управление периодическими процессами;
- взаимодействие с подсистемами верхнего и нижнего уровня;
- сбор и накопление данных.

Система Centum CS3000R3 разработана для управления относительно большими производствами. CS3000R3 отличается от других систем управления семейства Centum тем, что она гибко масштабируема и организована по доменному принципу.

Основные достоинства системы CENTUM CS3000R3:

- Гибкая система резервирования, позволяющая резервировать элементы процессора, системных интерфейсов, модулей ввода/вывода и др.;
- Гибкая конфигурация каждого рабочего места оператора с возможностью независимого накопления исторической информации;
- Доменный принцип организации позволяет организовать истинно распределенное управление;
- Высокая плотность модулей ввода/вывода (64-х канальные модули дискретных сигналов);
- Высокая скорость передачи данных по внутренней шине (шина ESB, скорость 128 Мбит/с);
- Большой объем оперативной памяти контроллеров (до 32 Мбайт);
- Возможно применение 2-х экранных консолей как с ЖК-дисплеями, так и с ЭЛТ-дисплеями;
- Рабочее место оператора комплектуется сенсорной клавиатурой, позволяющей осуществить прямой доступ к любому технологическому окну путем нажатия функциональной клавиши;
- Связь с подсистемами верхнего и нижнего уровней;
- Функция виртуального тестирования, позволяющая выполнять отладку прикладного программного обеспечения, как без подключения контроллеров, так и с подключением.

9. Выбор конфигурации микропроцессорной техники

Информационное обеспечение

В таблицах 2.1 - 2.4 перечислены все аналоговые и дискретные входные и выходные сигналы с их характеристиками.

Таблица 2.1 – Перечень аналоговых входных сигналов

№ п/п	Наименование параметра	Обозначение параметра	Единицы измерения	Диапазон измерения	Технологические границы		Назначение параметра					Тип сигнала
					НТГ	ВТГ	Контр.	Регулир.	Сигнал.	Блок.	Архив	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>
1	Расход питания в К-302	1а	т/ч	0-16	6	15	+	+	-	-	+	4-20мА
2	Температура конденсата из Т-303	2а	°С	0-150	90	125	+	-	-	-	+	4-20мА
3	Расход циркуляции от Н-306	3а	т/ч	0-160	100	-	+	-	-	-	+	4-20мА
4	Уровень в емкости-сборнике Е-303	4а	%	0-100	20	80	+	+	-	-	+	4-20мА
5	Температура питания К-302	5а	°С	0-150	75	85	+	-	-	-	+	4-20мА
6	Температура в 3 пакете насадки К-302	6а	°С	0-150	50	80	+	-	-	-	+	4-20мА
7	Температура внизу 3 пакета насадки К-302	7а	°С	0-150	50	80	+	-	-	-	+	4-20мА
8	Температура между 3 и 4 пакетами К-302	8а	°С	0-150	45	85	+	-	-	-	+	4-20мА
9	Температура в 4 пакете насадки К-302	9а	°С	0-150	-	98	+	-	-	-	+	4-20мА
10	Давление верха К-302	10а	кПа	0-25	-	17,3	+	-	+	+	+	4-20мА
11	Давление куба К-302	11а	кПа	0-40	-	24,2	+	-	+	+	+	4-20мА
12	Температура верха К-302	13а	°С	0-150	-	50	+	+	+	-	+	4-20мА
13	Температура между 2 и 3 пакетами К-302	14а	°С	0-150	50	80	+	+	+	-	+	4-20мА
14	Расход пара в Т-303	15а	т/ч	0-3,2	1,2	1,6	+	+	-	-	+	4-20мА
15	Температура куба К-302	16а	°С	0-150	-	98	+	-	+	-	+	4-20мА

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
16	Уровень в кубе К-302	17а	%	0-100	20	80	+	+	+	-	+	4-20мА
17	Расход питания К-312	18а	т/ч	0-16	-	15	+	+	-	-	+	4-20мА
18	Температура воды оборотной из Т-304	19а	°С	0-100	15	50	+	+	-	-	+	4-20мА
19	Расход воды оборотной в Т-304	20а	т/ч	0-125	90	120	+	+	-	-	+	4-20мА
20	Расход флегмы в К-302	21а	т/ч	0-10	4	10	+	+	-	-	+	4-20мА
21	Уровень бентола в Т-304	22а	%	0-100	20	80	+	+	+	-	+	4-20мА
22	Расход БТФ в ц.121/130	23а	кг/ч	0-800	-	500	+	+	-	-	+	4-20мА
23	Расход БТФ в трубопровод этилбензола	24а	кг/ч	0-3000	-	2500	+	+	-	-	+	4-20мА
24	Температура отдувки после Т-304	27а	°С	-50-100	20	40	+	-	-	-	+	4-20мА
25	Температура слива Т-304	28а	°С	0-100	30	50	+	-	-	-	+	4-20мА
26	Температура отдувки после Т-305	29а	°С	-50-100	0	20	+	-	-	-	+	4-20мА
27	Температура ЖНЗ из Т-305	30а	°С	-50-100	10	15	+	-	-	-	+	4-20мА
28	Температура питания К-312	32а	°С	0-150	60	70	+	-	-	-	+	4-20мА
29	Температура конденсата из Т-313/1	33а	°С	0-150	90	125	+	-	-	-	+	4-20мА
30	Расход циркуляции от Н-316/1,3	34а	т/ч	0-400	200	-	+	-	-	-	+	4-20мА
31	Уровень в емкости-сборнике Е-313	35а	%	0-100	20	80	+	+	-	-	+	4-20мА
32	Температура в 4 пакете насадки К-312	36а	°С	0-150	-	83	+	-	-	-	+	4-20мА
33	Температура внизу 4 пакета насадки К-312	37а	°С	0-150	-	83	+	-	-	-	+	4-20мА
34	Температура верха К-312	38а	°С	0-150	-	50	+	+	+	-	+	4-20мА
35	Температура куба К-312	39а	°С	0-150	-	83	+	-	+	-	+	4-20мА
36	Давление верха К-312	40а	кПа	0-25	-	8	+	-	+	+	+	4-20мА
37	Давление куба К-312	41а	кПа	0-40	-	12,2	+	-	+	+	+	4-20мА
38	Температура в 5 пакете насадки К-312	45а	°С	0-150	-	83	+	-	-	-	+	4-20мА
39	Температура между 3 и 4 пакетами К-312	46а	°С	0-150	46	60	+	-	-	-	+	4-20мА
40	Расход пара в Т-313/1	47а	т/ч	0-5	2	4	+	+	-	-	+	4-20мА
41	Расход пара в Т-313/2	48а	т/ч	0-5	2	4	+	+	-	-	+	4-20мА
42	Уровень в кубе К-312	49а	%	0-100	20	80	+	+	+	-	+	4-20мА
43	Расход питания К-322	50а	т/ч	0-10	-	8,6	+	+	-	-	+	4-20мА
44	Температура воды оборотной из Т-314	51а	°С	0-100	18	40	+	+	-	-	+	4-20мА

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
45	Расход воды оборотной в Т-314	52а	т/ч	0-400	180	340	+	+	-	-	+	4-20мА
46	Температура конденсата из Т-313/2	53а	°С	0-150	90	125	+	-	-	-	+	4-20мА
47	Расход циркуляции от Н-316/2,4	54а	т/ч	0-400	200	-	+	-	-	-	+	4-20мА
48	Расход флегмы в К-312	55а	т/ч	0-90	35	78	+	+	-	-	+	4-20мА
49	Уровень этилбензола в Т-314	56а	%	0-100	20	80	+	+	+	-	+	4-20мА
50	Расход этилбензола из Т-314	57а	т/ч	0-10	3	7,5	+	+	-	-	+	4-20мА
51	Температура отдувки после Т-314	58а	°С	-50-100	20	40	+	-	-	-	+	4-20мА
52	Температура слива Т-314	59а	°С	0-100	35	55	+	-	-	-	+	4-20мА
53	Температура отдувки после Т-315	60а	°С	-50-100	0	20	+	-	-	-	+	4-20мА
54	Температура ЖНЗ из Т-315	61а	°С	-50-100	0	25	+	-	-	-	+	4-20мА
55	Температура питания К-322	63а	°С	0-150	35	50	+	-	-	-	+	4-20мА
56	Температура конденсата из Т-323	64а	°С	0-150	90	125	+	-	-	-	+	4-20мА
57	Расход циркуляции от Н-326	65а	т/ч	0-400	200	-	+	-	-	-	+	4-20мА
58	Уровень в емкости-сборнике Е-323	66а	%	0-100	20	80	+	+	-	-	+	4-20мА
59	Температура в 1 пакете насадки К-322	67а	°С	0-150	50	65	+	-	-	-	+	4-20мА
60	Температура внизу 1 пакета насадки К-322	68а	°С	0-150	50	65	+	-	-	-	+	4-20мА
61	Температура между 1 и 2 пакетами К-322	69а	°С	0-150	50	65	+	-	-	-	+	4-20мА
62	Температура под 2 пакетом насадки К-322	70а	°С	0-150	50	65	+	-	-	-	+	4-20мА
63	Уровень в кубе К-322	71а	%	0-100	20	80	+	+	+	-	+	4-20мА
64	Расход пара в Т-323	72а	т/ч	0-3	0,6	1,6	+	+	-	-	+	4-20мА
65	Температура куба К-322	73а	°С	0-150	-	75	+	-	+	-	+	4-20мА
66	Давление верха К-322	74а	кПа	0-15	-	5,3	+	-	+	+	+	4-20мА
67	Давление куба К-322	75а	кПа	0-15	-	8,9	+	-	+	+	+	4-20мА
68	Температура верха К-322	77а	°С	0-150	-	50	+	+	+	-	+	4-20мА
69	Температура воды оборотной из Т-324	78а	°С	0-100	18	40	+	+	-	-	+	4-20мА
70	Расход воды оборотной в Т-324	79а	т/ч	0-200	80	150	+	+	-	-	+	4-20мА
71	Расход флегмы в К-322	80а	т/ч	0-15	5	13	+	+	-	-	+	4-20мА
72	Уровень стирола в Т-324	81а	%	0-100	20	80	+	+	+	-	+	4-20мА

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
73	Расход стирола из Т-324	82а	т/ч	0-10	2,6	6,2	+	+	-	-	+	4-20МАН ART
74	Расход питания К-332	83а	т/ч	0-1,2	0,5	1	+	+	-	-	+	4-20МА
75	Температура отдувки после Т-3124	84а	°С	-50-100	20	40	+	-	-	-	+	4-20МА
76	Температура слива Т-324	85а	°С	0-100	30	50	+	-	-	-	+	4-20МА
77	Температура отдувки после Т-325	86а	°С	-50-100	0	30	+	-	-	-	+	4-20МА
78	Температура ЖНЗ из Т-325	87а	°С	-50-100	0	25	+	-	-	-	+	4-20МА
79-98	Давление в маслобаке насосов поз. Н-306/1,2; Н-307/1,2; Н-308/1,2; Н-316/1-4; Н-317/1,2; Н-318/1,2; Н-326/1,2; Н-327/1,2; Н-328/1,2	91а-110а	МПа	0-0,3	0,1	0,25	+	-	+	-	+	4-20МА
99-118	Температура подшипника №1 насосов поз. Н-306/1,2; Н-307/1,2; Н-308/1,2; Н-316/1-4; Н-317/1,2; Н-318/1,2; Н-326/1,2; Н-327/1,2; Н-328/1,2	111а-130а	°С	0-100	-	55	+	-	+	+	+	4-20МА
119-138	Температура подшипника №2 насосов поз. Н-306/1,2; Н-307/1,2; Н-308/1,2; Н-316/1-4; Н-317/1,2; Н-318/1,2; Н-326/1,2; Н-327/1,2; Н-328/1,2	131а-150а	°С	0-100	-	55	+	-	+	+	+	4-20МА
139-147	Датчики горючих веществ	191а-199а	%	0-50	-	20	+	-	+	+	+	4-20МА

Таблица 2.2 – Перечень дискретных входных сигналов

№ п/п	Наименование сигнала	поз.	Состояние	Тип сигнала
1	Отсечной клапан поз. 11в	11г	открыт	NAMUR
2	Отсечной клапан поз. 11в	11г	закрыт	NAMUR
3	Отсечной клапан поз. 41в	41г	открыт	NAMUR
4	Отсечной клапан поз. 41в	41г	закрыт	NAMUR
5	Отсечной клапан поз. 41е	41ж	открыт	NAMUR
6	Отсечной клапан поз. 41е	41ж	закрыт	NAMUR
7	Отсечной клапан поз. 75в	75г	открыт	NAMUR
8	Отсечной клапан поз. 75в	75г	закрыт	NAMUR
9	Уровень водного слоя в Ф-306А/1	25а	максимальный	NAMUR
10	Уровень водного слоя в Ф-306А/2	25б	максимальный	NAMUR
11-30	Уровень в маслобаке насосов поз. Н-306/1,2; Н-307/1,2; Н-308/1,2; Н-316/1-4; Н-317/1,2; Н-318/1,2; Н-326/1,2; Н-327/1,2; Н-328/1,2	151а-170а	минимальный	NAMUR
31-50	Уровень заполнения полости насосов поз. Н-306/1,2; Н-307/1,2; Н-308/1,2; Н-316/1-4; Н-317/1,2; Н-318/1,2; Н-326/1,2; Н-327/1,2; Н-328/1,2	171а-190а	минимальный	NAMUR
51-70	Насос поз. Н-306/1,2; Н-307/1,2; Н-308/1,2; Н-316/1-4; Н-317/1,2; Н-318/1,2; Н-326/1,2; Н-327/1,2; Н-328/1,2		Вкл./Выкл.	«Сухой контакт»
71-93	Вентсистема АВ-18,19,20		Вкл./Выкл.	«Сухой контакт»

Таблица 2.3 – Перечень аналоговых выходных сигналов

№ п/п	Наименование	Поз.	Тип сигнала
1	2	3	4
1	Регулирование расхода питания К-302	1г	4-20мА
2	Регулирование уровня в Е-303	4в	4-20мА
3	Регулирование расхода пара в Т-303	15г	4-20мА
4	Регулирование расхода питания К-312	18г	4-20мА
5	Регулирование расхода оборотной воды в Т-304	20г	4-20мА
6	Регулирование расхода флегмы в К-302	21г	4-20мА
7	Регулирование расхода БТФ в ц.121/130	23г	4-20мА
8	Регулирование расхода БТФ в линию этилбензола	24г	4-20мА
9	Регулирование температуры ЖНЗ из Т-305	30в	4-20мА
10	Регулирование температуры питания К-312	32в	4-20мА
11	Регулирование уровня в Е-313	35в	4-20мА
12	Регулирование расхода пара в Т-313/1	47г	4-20мА
13	Регулирование расхода пара в Т-313/2	48г	4-20мА
14	Регулирование расхода питания К-322	50г	4-20мА
15	Регулирование расхода оборотной воды в Т-314	52г	4-20мА

Продолжение таблицы 2.3

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
16	Регулирование расхода флегмы в К-312	55Г	4-20мА
17	Регулирование расхода этилбензола возвратного	57Г	4-20мА
18	Регулирование температуры ЖНЗ из Т-315	61В	4-20мА
19	Регулирование температуры питания К-322	63В	4-20мА
20	Регулирование уровня в Е-323	66В	4-20мА
21	Регулирование расхода пара в Т-323	72Г	4-20мА
22	Регулирование расхода оборотной воды в Т-324	79Г	4-20мА
23	Регулирование расхода флегмы в К-322	80Г	4-20мА
24	Регулирование расхода этилбензола возвратного	82Г	4-20мА
25	Регулирование расхода питания К-332	83Г	4-20мА
26	Регулирование температуры ЖНЗ из Т-325	87В	4-20мА

Таблица 2.4 – Перечень дискретных выходных сигналов

№ п/п	Наименование сигнала	поз.	Тип сигнала	Коммутируемые параметры
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1	Отсечной клапан открыть	11в	импульсный	24В
2	Отсечной клапан открыть	41в	импульсный	24В
3	Отсечной клапан открыть	41е	импульсный	24В
4	Отсечной клапан открыть	75е	импульсный	24В
5	Отсечной клапан открыть	25г	импульсный	24В
6-25	Насос поз. Н-306/1,2; Н-307/1,2; Н-308/1,2; Н-316/1-4; Н-317/1,2; Н-318/1,2; Н-326/1,2; Н-327/1,2; Н-328/1,2– включить		импульсный	24В;50 мА
26-45	Насос поз. Н-306/1,2; Н-307/1,2; Н-308/1,2; Н-316/1-4; Н-317/1,2; Н-318/1,2; Н-326/1,2; Н-327/1,2; Н-328/1,2– выключить		импульсный	24В;50 мА
46-48	Вентсистема АВ-18,19,20 включить		импульсный	24В;50 мА
49-51	Вентсистема АВ-18,19,20 выключить		импульсный	24В;50 мА

Далее в таблице 2.5 выведены сводные данные по сигналам, в соответствии с которыми уже подбираются модули ввода-вывода.

Таблица 2.5 – Сводная таблица сигналов

Тип сигнала	Количество
Аналоговые входные сигналы (сискрозащитой)	147
Аналоговые выходные сигналы (сискрозащитой)	26
Дискретные входные сигналы (сискрозащитой)	50
Дискретные входные сигналы (без искрозащиты)	23
Дискретные выходные сигналы (сискрозащитой)	5
Дискретные выходные сигналы (без искрозащиты)	46

10. Выбор модулей ввода-вывода

Исходя из количества аналоговых и дискретных входных и выходных сигналов, представленных в сводной таблице 2.5, выбираем следующую конфигурацию системы CentumCR3000R3:

- AFV10D. Блок управления резервированный. Процессор CP451 133МГц, 32 МБ – 2 шт. Батареи PW482 для сохранения памяти на 72 часа – 2 шт.;
- ANB10D. Стойка расширения ввода-вывода. Батареи PW482 для сохранения памяти на 72 часа – 2 шт.;
- EC401. Модуль сети ESB устанавливаемый в центральную стойку (блок управления AFV10D) – 2 шт.;
- SB401. Модуль сети ESB устанавливаемый в модуль расширения вводов-выводов (блок ANB10D) – 2 шт.;
- AEP7D. Центральный модуль питания. Питание током 220В, два контура;
- ASI133. Модуль аналогового ввода со встроенным барьером искрозащиты. Количество каналов входа – 8, изолированные. Входной сигнал – 4...20 мА. Поддержка HART;
- ASI133. Модуль аналогового ввода со встроенным барьером искрозащиты. Количество каналов входа – 8, изолированные. Входной сигнал – 4...20 мА;
- ASI533. Модуль аналогового вывода со встроенным барьером искрозащиты. Количество каналов выхода – 8, изолированные. Выходной сигнал – 4...20 мА;
- ASD143. Модуль дискретного ввода со встроенным барьером искрозащиты. Количество каналов входа – 16, изолированные. Входной сигнал – NAMUR;

- ADV151. Модуль дискретного ввода без барьера искрозащиты. Количество каналов входа – 32. Номинальное входное напряжение 24В;
- ASD533. Модуль дискретного вывода со встроенным барьером искрозащиты. Количество каналов выхода – 8, изолированные. Номинальное выходное напряжение 12В;
- ADV551. Модуль дискретного вывода без встроенного барьера искрозащиты. Количество каналов выхода – 32, изолированные. Номинальное выходное напряжение 24В;
- EC401-10. Модуль сети ESB для FCU;
- SB401-10. Модуль сети ESB для NodeUnit;
- T9083NA. Изолирующая перегородка для ограждения модулей связи от модулей со встроенным барьером искрозащиты;
- ADCV01. Заглушка для пустых слотов.

В таблице 2.6 приведена карта заказа на микропроцессорную технику.

Таблица 2.6 – Карта заказа на микропроцессорную технику

№ п/п	Наименование оборудования	Тип, марка оборудования	Завод изготовитель	Кол-во
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1	Блок управления резервированный	AFV10D-S41201	Yokogawa	1
2	Модуль расширения вводов-выводов	ANB10D-420	Yokogawa	4
3	Промышленный коммутатор	L2-switch	Yokogawa	2
4	Модуль аналогового ввода со встроенным барьером искрозащиты	ASI133-S00/SA3S0	Yokogawa	18
5	Модуль аналогового ввода со встроенным барьером искрозащиты поддержкой HART	ASI133-H00/SA3S0	Yokogawa	1
6	Прижимной клеммный разъем для аналогового входа	ATSA3S-0	Yokogawa	19
7	Модуль аналогового вывода со встроенным барьером искрозащиты	ASI533-S00/SA3S0	Yokogawa	4

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5
8	Прижимной клеммный разъем для аналогового выхода	ATSS3S-0	Yokogawa	4
9	Модуль дискретного ввода со встроенным барьером искрозащиты	ASD143-P00/SB4S0	Yokogawa	4
10	Прижимной клеммный разъем для дискретного входа	ATSB4S-0	Yokogawa	4
11	Модуль дискретного ввода без барьера искрозащиты	ADV151-P10/B5S00	Yokogawa	1
12	Прижимной клеммный разъем для дискретного выхода	ATB5S-00	Yokogawa	1
13	Модуль дискретного вывода со встроенным барьером искрозащиты	ASD533-S00/SD3S0	Yokogawa	1
14	Прижимной клеммный разъем для дискретного выхода	ATSD3S-0	Yokogawa	1
15	Модуль дискретного вывода без встроенного барьера искрозащиты	ADV551	Yokogawa	2
16	Прижимной клеммный разъем для дискретного выхода	ATD5S-00	Yokogawa	2
17	Терминальная плата для дискретных вводов-выводов без искрозащиты	AED5D-00	Yokogawa	2
18	Сигнальный кабель для терминальной платы дискретных вводов-выводов	AKB331	Yokogawa	3
19	Модуль сети ESB для FCU	EC401-10	Yokogawa	1
20	Модуль сети ESB для NodeUnit	SB401-10	Yokogawa	1
21	Кабель ESB Bus Cable (36-36 pins)	YCB301-C020	Yokogawa	8
22	Изолирующая перегородка для блока расширения ввода-вывода	T9083ND	Yokogawa	4
23	Заглушка	ADCV01	Yokogawa	3
24	Шкаф для крепления модулей на рейки 19". Размеры: 600x2200x600. Степень защиты: IP 55 согласно EN 60 529/09.2000 с системой принудительной вентиляции.	TS8 арт. 8626500	Rittal GmbH & Co. KG	1
25	Центральный модуль питания 14 выходов, резервированный, 2 входа 220В	AEP7D-20	Yokogawa	1

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5
26	Стол для станции оператора	YAX101-S02	Yokogawa	2
27	Standard Builder Function – программное обеспечение	LHS5100-V11	Yokogawa	1
28	GraphicBuilder – программное обеспечение для работы на станции оператора, лицензия	LHS5150-V11	Yokogawa	2
29	Электронное руководство по эксплуатации и инструкция пользователя	LHS5495-V11	Yokogawa	1
30	Персональный компьютер для станции оператора и инженерной станции в сборе с клавиатурой, мышью: Процессор Xeon 2ГГц, ОЗУ-2ГБ, Жесткий диск-500ГБ, Монитор 23”	HP Compaq	HP Company	2
31	Источник бесперебойного питания	APC Smart-UPS RT 6000VA RM 230V	APC	2
32	Windows Vista, лицензия		Microsoft	2

11. Структура АСУТП

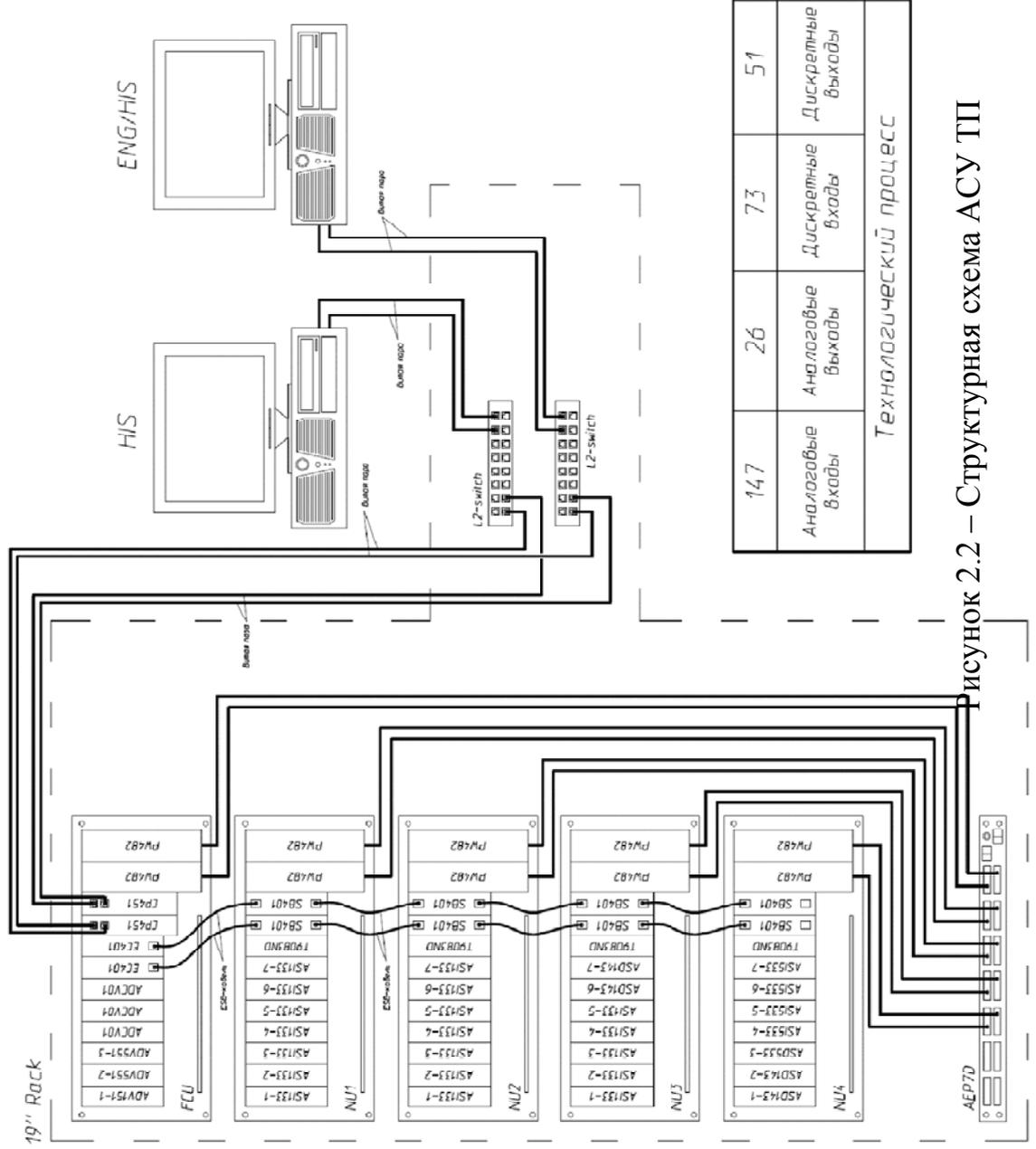
В таблице 2.7 перечислены выбранные модули, их назначение, количество каналов и общее количество модулей.

Таблица 2.7 – Сводная таблица модулей ввода-вывода

Тип сигнала	Кол. каналов	Кол. сигналов	Кол. модулей
ASI133 модуль аналогового ввода (со встроенным барьером искрозащиты)	8	147	19
ASI533 модуль аналогового вывода (со встроенным барьером искрозащиты)	8	26	4
ASD143 модуль дискретного ввода (со встроенным барьером искрозащиты)	16	50	4
ADV151 модуль дискретного ввода (без барьера)	32	23	1
ASD533 модуль дискретного вывода (со встроенным барьером искрозащиты)	8	5	1
ADV551 модуль дискретного вывода (без барьера)	32	46	2
ВСЕГО:		297	31

На рисунке 2.2 изображена структурная схема АСУ ТП построенная на базе контроллера Centum3000.

Структурная схема АСУ ТП



Условные обозначения

- HIS – станция оператора
- ENG/HIS – инженерная станция
- 19" Rack – монтажная стойка шкафа
- RITTAI серии TS-8
- FCU – блок управления AFY10D
- NU1, NU2, NU3, NU4 – стойки расширения ввода-вывода
- L2-switch – промышленный коммутатор
- AEF7D – центральный модуль питания
- РЧ482 – блок питания
- CP451 – центральный процессор
- EC401 – модуль сети ESB для FCU
- SB401 – модуль сети ESB для NU
- ADCV01 – заглушка пустых слотов
- T9083ND – изоляционная перегородка
- AS1133 – модуль ввода аналоговых сигналов 4-20 мА, 8 каналов
- AS1533 – модуль вывода аналоговых сигналов 4-20 мА, 8 каналов
- ASD143 – модуль ввода дискретных сигналов NAMUR, 16 каналов
- ASD533 – модуль вывода дискретных сигналов 24В, 8 каналов
- ADV151 – модуль ввода дискретных сигналов типа "сухой контакт", 32 канала
- ADV551 – модуль вывода дискретных сигналов типа "сухой контакт", 32 канала

Рисунок 2.2 – Структурная схема АСУ ТП

12. Привязка к модулям УСО

Привязка параметров процесса к модулям аналогового ввода

NU1-ASI133-1		
№ клемм	Наименование параметра	поз.
A1	Расход питания в К-302	1а
B1		
A3	Температура конденсата из Т-303	2а
B3		
A5	Расход циркуляции от Н-306	3а
B5		
A7	Уровень в емкости-сборнике Е-303	4а
B7		
A10	Температура питания К-302	5а
B10		
A12	Температура в 3 пакете насадки К-302	6а
B12		
A14	Температура внизу 3 пакета насадки К-302	7а
B14		
A16	Температура между 3 и 4 пакетами К-302	8а
B16		

NU1-ASI133-2		
№ клемм	Наименование параметра	поз.
A1	Температура в 4 пакете насадки К-302	9а
B1		
A3	Давление верха К-302	10а
B3		
A5	Давление куба К-302	11а
B5		
A7	Температура верха К-302	13а
B7		
A10	Температура между 2 и 3 пакетами К-302	14а
B10		
A12	Расход пара в Т-303	15а
B12		
A14	Температура куба К-302	16а
B14		
A16	Уровень в кубе К-302	17а
B16		

NU1-ASI133-3		
№ клемм	Наименование параметра	поз.
A1	Расход питания К-312	18а
B1		
A3	Температура воды оборотной из Т-304	19а
B3		
A5	Расход воды оборотной в Т-304	20а
B5		
A7	Расход флегмы в К-302	21а
B7		
A10	Уровень бензола в Т-304	22а
B10		
A12	Расход БТФ в ц.121/130	23а
B12		
A14	Расход БТФ в ц.121/130	24а
B14		

NU1-ASI133-4		
№ клемм	Наименование параметра	поз.
A1	Температура слива Т-304	28а
B1		
A3	Температура отдувки после Т-305	29а
B3		
A5	Температура ЖНЗ из Т-305	30а
B5		
A7	Температура питания К-312	32а
B7		
A10	Температура конденсата из Т-313/1	33а
B10		
A12	Расход циркуляции от Н-316/1,3	34а
B12		
A14	Уровень в емкости-сборнике Е-313	35а
B14		

A16	Температура отдувки после Т-304	27a
B16		

A16	Температура в 4 пакете насадки К-312	36a
B16		

NU1-ASI133-5		
№ клемм	Наименование параметра	поз.
A1	Температура внизу 4 пакета насадки К-312	37a
B1		
A3	Температура верха К-312	38a
B3		
A5	Температура куба К-312	39a
B5		
A7	Давление верха К-312	40a
B7		
A10	Давление куба К-312	41a
B10		
A12	Температура в 5 пакете насадки К-312	45a
B12		
A14	Температура между 3 и 4 пакетами К-312	46a
B14		
A16	Расход пара в Т-313/1	47a
B16		

NU1-ASI133-6		
№ клемм	Наименование параметра	поз.
A1	Расход пара в Т-313/2	48a
B1		
A3	Уровень в кубе К-312	49a
B3		
A5	Расход питания К-322	50a
B5		
A7	Температура воды оборотной из Т-314	51a
B7		
A10	Расход воды оборотной в Т-314	52a
B10		
A12	Температура конденсата из Т-313/2	53a
B12		
A14	Расход циркуляции от Н-316/2,4	54a
B14		
A16	Расход флегмы в К-312	55a
B16		

NU1-ASI133-7		
№ клемм	Наименование параметра	поз.
A1	Уровень этилбензола в Т-314	56a
B1		
A3	Расход этилбензола из Т-314	57a
B3		
A5	Температура отдувки после Т-314	58a
B5		
A7	Температура слива Т-314	59a
B7		
A10	Температура отдувки после Т-315	60a
B10		
A12	Температура ЖНЗ из Т-315	61a
B12		
A14	Температура питания К-322	63a
B14		
A16	Температура конденсата из Т-323	64a
B16		

NU2-ASI133-1		
№ клемм	Наименование параметра	поз.
A1	Расход циркуляции от Н-326	65a
B1		
A3	Уровень в емкости-сборнике Е-323	66a
B3		
A5	Температура в 1 пакете насадки К-322	67a
B5		
A7	Температура внизу 1 пакета насадки К-322	68a
B7		
A10	Температура между 1 и 2 пакетами К-322	69a
B10		
A12	Температура под 2 пакетом насадки К-322	70a
B12		
A14	Уровень в кубе К-322	71a
B14		
A16	Расход пара в Т-323	72a
B16		

NU2-ASI133-2		
№ клемм	Наименование параметра	поз.
A1	Температура куба К-322	73а
B1		
A3	Давление верха К-322	74а
B3		
A5	Давление куба К-322	75а
B5		
A7	Температура верха К-322	77а
B7		
A10	Температура воды оборотной из Т-324	78а
B10		
A12	Расход воды оборотной в Т-324	79а
B12		
A14	Расход флегмы в К-322	80а
B14		
A16	Уровень стирола в Т-324	81а
B16		

NU2-ASI133-3		
№ клемм	Наименование параметра	поз.
A1	Расход стирола из Т-324	82а
B1		
A3	Расход питания К-332	83а
B3		
A5	Температура отдувки после Т-3124	84а
B5		
A7	Температура слива Т-324	85а
B7		
A10	Температура отдувки после Т-325	86а
B10		
A12	Температура ЖНЗ из Т-325	87а
B12		
A14	не используется	
B14		
A16	не используется	
B16		

NU2-ASI133-4		
№ клемм	Наименование параметра	поз.
A1	Р в маслобаке Н-306/1	91а
B1		
A3	Р в маслобаке Н-306/2	92а
B3		
A5	Р в маслобаке Н-307/1	93а
B5		
A7	Р в маслобаке Н-307/2	94а
B7		
A10	Р в маслобаке Н-308/1	95а
B10		
A12	Р в маслобаке Н-308/2	96а
B12		
A14	Р в маслобаке Н-316/1	97а
B14		
A16	Р в маслобаке Н-316/2	98а
B16		

NU2-ASI133-5		
№ клемм	Наименование параметра	поз.
A1	Р в маслобаке Н-316/3	99а
B1		
A3	Р в маслобаке Н-316/4	100а
B3		
A5	Р в маслобаке Н-317/1	101а
B5		
A7	Р в маслобаке Н-317/2	102а
B7		
A10	Р в маслобаке Н-318/1	103а
B10		
A12	Р в маслобаке Н-318/2	104а
B12		
A14	Р в маслобаке Н-326/1	105а
B14		
A16	Р в маслобаке Н-326/2	106а
B16		

NU2-ASI133-6		
№ клемм	Наименование параметра	поз.
A1	Р в маслобаке Н-327/1	107а
B1		
A3	Р в маслобаке Н-327/2	108а
B3		
A5	Р в маслобаке Н-328/1	109а
B5		
A7	Р в маслобаке Н-328/2	110а
B7		
A10	Т подшипн. №1 Н-306/1	111а
B10		
A12	Т подшипн. №1 Н-306/2	112а
B12		
A14	Т подшипн. №1 Н-307/1	113а
B14		
A16	Т подшипн. №1 Н-307/2	114а
B16		

NU2-ASI133-7		
№ клемм	Наименование параметра	поз.
A1	Т	115а
B1	подшипн.№1 Н-308/1	
A3	Т	116а
B3	подшипн.308/ 2	
A5	Т	117а
B5	подшипн.№1 Н-316/1	
A7	Т	118а
B7	подшипн.№1 Н-316/2	
A10	Т	119а
B10	подшипн.№1 Н-316/3	
A12	Т	120а
B12	подшипн.№1 Н-316/4	
A14	Т	121а
B14	подшипн.№1 Н-317/1	
A16	Т	122а
B16	подшипн.№1 Н-317/2	

NU3-ASI133-1		
№ клемм	Наименование параметра	поз.
A1	Т	123а
B1	подшипн.№1 Н-318/1	
A3	Т	124а
B3	подшипн.№1 Н-318/2	
A5	Т	125а
B5	подшипн.№1 Н-326/1	
A7	Т	126а
B7	подшипн.№1 Н-326/2	
A10	Т	127а
B10	подшипн.№1 Н-327/1	
A12	Т	128а
B12	подшипн.№1 Н-327/2	
A14	Т	129а
B14	подшипн.№1 Н-328/1	
A16	Т	130а
B16	подшипн.№1 Н-328/2	

NU3-ASI133-2		
№ клемм	Наименование параметра	поз.
A1	Т	131а
B1	подшипн.№2 Н-306/1	
A3	Т	132а
B3	подшипн.№2 Н-306/2	
A5	Т	133а
B5	подшипн.№2 Н-307/1	
A7	Т	134а
B7	подшипн.№2 Н-307/2	
A10	Т	135а
B10	подшипн.№2 Н-308/1	
A12	Т	136а
B12	подшипн.№2 Н-308/2	
A14	Т	137а
B14	подшипн.№2 Н-316/1	
A16	Т	138а
B16	подшипн.№2 Н-316/2	

NU3-ASI133-3		
№ клемм	Наименование параметра	поз.
A1	Т	139а
B1	подшипн.№2 Н-316/3	
A3	Т	140а
B3	подшипн.№2 Н-316/4	
A5	Т	141а
B5	подшипн.№2 Н-317/1	
A7	Т	142а
B7	подшипн.№2 Н-317/2	
A10	Т	143а
B10	подшипн.№2 Н-318/1	
A12	Т	144а
B12	подшипн.№2 Н-318/2	
A14	Т	145а
B14	подшипн.№2 Н-326/1	

NU3-ASI133-4		
№ клемм	Наименование параметра	поз.
A1	Т	147а
B1	подшипн.№2 Н-327/1	
A3	Т	148а
B3	подшипн.№2 Н-327/2	
A5	Т	149а
B5	подшипн.№2 Н-328/1	
A7	Т	150а
B7	подшипн.№2 Н-328/2	
A10	Т	191а
B10	Датчик НКПР	
A12	Т	192а
B12	Датчик НКПР	
A14	Т	193а
B14	Датчик НКПР	

NU3-ASI133-5		
№ клемм	Наименование параметра	поз.
A1	Т	195а
B1	Датчик НКПР	
A3	Т	196а
B3	Датчик НКПР	
A5	Т	197а
B5	Датчик НКПР	
A7	Т	198а
B7	Датчик НКПР	
A10	Т	199а
B10	Датчик НКПР	
A12	Т	не используется
B12	не используется	
A14	Т	не используется
B14	не используется	

13.Привязка параметров процесса к модулям дискретного ввода

NU3-ASD143-6		
№ клемм	Наименование параметра	поз.
A1	Отсечной клапан поз. 11в открыт	11Г
B1		
A2	Отсечной клапан поз. 11в закрыт	11Г
B2		
A3	Отсечной клапан поз. 41в открыт	41Г
B3		
A4	Отсечной клапан поз. 41в закрыт	41Г
B4		
A5	Отсечной клапан поз. 41е открыт	41ж
B5		
A6	Отсечной клапан поз. 41е закрыт	41ж
B6		
A7	Отсечной клапан поз. 75в открыт	75Г
B7		
A8	Отсечной клапан поз. 75в закрыт	75Г
B8		
A9	Уровень водного слоя в Ф-306А/1 максимальный	25а
B9		
A10	Уровень водного слоя в Ф-306А/2 максимальный	25б
B10		
A11	не используется	
B11		
A12	не используется	
B12		
A13	не используется	
B13		
A14	не используется	
B14		
A15	не используется	
B15		
A16	не используется	
B16		

NU3-ASD143-7		
№ клемм	Наименование параметра	поз.
A1	Уровень в маслобаке насоса поз.Н-306/1	151а
B1		
A2	Уровень в маслобаке насоса поз.Н-306/2	152а
B2		
A3	Уровень в маслобаке насоса поз.Н-307/1	153а
B3		
A4	Уровень в маслобаке насоса поз.Н-307/2	154а
B4		
A5	Уровень в маслобаке насоса поз.Н-308/1	155а
B5		
A6	Уровень в маслобаке насоса поз.Н-308/2	156а
B6		
A7	Уровень в маслобаке насоса поз.Н-316/1	157а
B7		
A8	Уровень в маслобаке насоса поз.Н-316/2	158а
B8		
A9	Уровень в маслобаке насоса поз.Н-316/3	159а
B9		
A10	Уровень в маслобаке насоса поз.Н-316/4	160а
B10		
A11	Уровень в маслобаке насоса поз.Н-317/1	161а
B11		
A12	Уровень в маслобаке насоса поз.Н-317/2	162а
B12		
A13	Уровень в маслобаке насоса поз.Н-318/1	163а
B13		
A14	Уровень в маслобаке насоса поз.Н-318/2	164а
B14		
A15	не используется	
B15		
A16	не используется	
B16		

NU4-ASD143-1		
№ клемм	Наименование параметра	поз.
A1	Уровень в маслобаке насоса поз.Н-326/1	165а
B1		
A2	Уровень в маслобаке насоса поз.Н-326/2	166а
B2		
A3	Уровень в маслобаке насоса поз.Н-327/1	167а
B3		
A4	Уровень в маслобаке насоса поз.Н-327/2	168а
B4		
A5	Уровень в маслобаке насоса поз.Н-328/1	169а
B5		
A6	Уровень в маслобаке насоса поз.Н-328/2	170а
B6		
A7	Уровень заполнения полости Н-306/1	171а
B7		
A8	Уровень заполнения полости Н-306/2	172а
B8		
A9	Уровень заполнения полости Н-307/1	173а
B9		
A10	Уровень заполнения полости Н-307/2	174а
B10		
A11	Уровень заполнения полости Н-308/1	175а
B11		
A12	Уровень заполнения полости Н-308/2	176а
B12		
A13	Уровень заполнения полости Н-316/1	177а
B13		
A14	Уровень заполнения полости Н-316/2	178а
B14		
A15	Уровень заполнения полости Н-316/3	179а
B15		
A16	Уровень заполнения полости Н-316/4	180а
B16		

NU4-ASD143-2		
№ клемм	Наименование параметра	поз.
A1	Уровень заполнения полости Н-317/1	181а
B1		
A2	Уровень заполнения полости Н-317/2	182а
B2		
A3	Уровень заполнения полости Н-318/1	183а
B3		
A4	Уровень заполнения полости Н-318/2	184а
B4		
A5	Уровень заполнения полости Н-326/1	185а
B5		
A6	Уровень заполнения полости Н-326/2	186а
B6		
A7	Уровень заполнения полости Н-327/1	187а
B7		
A8	Уровень заполнения полости Н-327/2	188а
B8		
A9	Уровень заполнения полости Н-328/1	189а
B9		
A10	Уровень заполнения полости Н-328/2	190а
B10		
A11	не используется	
B11		
A12	не используется	
B12		
A13	не используется	
B13		
A14	не используется	
B14		
A15	не используется	
B15		
A16	не используется	
B16		

FCU-ADV151-1					
№ клемм	Наименование параметра	поз.	№ клемм	Наименование параметра	поз.
A1	H-306/1		A17	H-327/1	
B1	– включен/выключен		B17	– включен/выключен	
A2	H-306/2		A18	H-327/2	
B2	– включен/выключен		B18	– включен/выключен	
A3	H-307/1		A19	H-328/1	
B3	– включен/выключен		B19	– включен/выключен	
A4	H-307/2		A20	H-328/2	
B4	– включен/выключен		B20	– включен/выключен	
A5	H-308/1		A21	Вентсистема АВ-18	
B5	– включен/выключен		B21	– включена/выключена	
A6	H-308/2		A22	Вентсистема АВ-19	
B6	– включен/выключен		B22	– включена/выключена	
A7	H-316/1		A23	Вентсистема АВ-20	
B7	– включен/выключен		B23	– включена/выключена	
A8	H-316/2		A24	не используется	
B8	– включен/выключен		B24		
A9	H-316/3		A25	не используется	
B9	– включен/выключен		B25		
A10	H-316/4		A26	не используется	
B10	– включен/выключен		B26		
A11	H-317/1		A27	не используется	
B11	– включен/выключен		B27		
A12	H-317/2		A28	не используется	
B12	– включен/выключен		B28		
A13	H-318/1		A29	не используется	
B13	– включен/выключен		B29		
A14	H-318/2		A30	не используется	
B14	– включен/выключен		B30		
A15	H-326/1		A31	не используется	
B15	– включен/выключен		B31		
A16	H-326/2		A32	не используется	
B16	– включен/выключен		B32		

14. Привязка параметров процесса к модулям аналогового вывода

NU4-ASI533-4		
№ клемм	Наименование параметра	поз.
A1 B1	Регулирование расхода питания К-302	1Г
A3 B3	Регулирование уровня в Е-303	4В
A5 B5	Регулирование расхода пара в Т-303	15Г
A7 B7	Регулирование расхода питания К-312	18Г
A10 B10	Регулирование расхода оборотной воды в Т-304	20Г
A12 B12	Регулирование расхода флегмы в К-302	21Г
A14 B14	Регулирование расхода БТФ в ц.121/130	23Г
A16 B16	Регулирование расхода БТФ в линию этилбензола	24Г

NU4-ASI533-5		
№ клемм	Наименование параметра	поз.
A1 B1	Регулирование температуры ЖНЗ из Т-305	30В
A3 B3	Регулирование температуры питания К-312	32В
A5 B5	Регулирование уровня в Е-313	35В
A7 B7	Регулирование расхода пара в Т-313/1	47Г
A10 B10	Регулирование расхода пара в Т-313/2	48Г
A12 B12	Регулирование расхода питания К-322	50Г
A14 B14	Регулирование расхода оборотной воды в Т-314	52Г
A16 B16	Регулирование расхода флегмы в К-312	55Г

NU4-ASI533-6		
№ клемм	Наименование параметра	поз.
A1 B1	Регулирование расхода этилбензола возвратного	57Г
A3 B3	Регулирование температуры ЖНЗ из Т-315	61В
A5 B5	Регулирование температуры питания К-322	63В
A7 B7	Регулирование уровня в Е-323	66В
A10 B10	Регулирование расхода пара в Т-323	72Г
A12 B12	Регулирование расхода оборотной воды в Т-324	79Г
A14 B14	Регулирование расхода флегмы в К-322	80Г
A16 B16	Регулирование расхода этилбензола возвратного	82Г

NU4-ASI533-7		
№ клемм	Наименование параметра	поз.
A1 B1	Регулирование расхода питания К-332	83Г
A3 B3	Регулирование температуры ЖНЗ из Т-325	87В
A5 B5	не используется	
A7 B7	не используется	
A10 B10	не используется	
A12 B12	не используется	
A14 B14	не используется	
A16 B16	не используется	

15.Привязка параметров процесса к модулям дискретного вывода

FCU-ADV551-2					
№ клемм	Наименование параметра	поз.		№ клемм	Наименование параметра
A1	Н-306/1– включить			A17	Н-327/1– включить
B1				B17	
A2	Н-306/2– включить			A18	Н-327/2– включить
B2				B18	
A3	Н-307/1– включить			A19	Н-328/1– включить
B3				B19	
A4	Н-307/2– включить			A20	Н-328/2– включить
B4				B20	
A5	Н-308/1– включить			A21	Н-306/1– выключить
B5				B21	
A6	Н-308/2– включить			A22	Н-306/2– выключить
B6				B22	
A7	Н-316/1– включить			A23	Н-307/1– выключить
B7				B23	
A8	Н-316/2– включить			A24	Н-307/2– выключить
B8				B24	
A9	Н-316/3– включить			A25	Н-308/1– выключить
B9				B25	
A10	Н-316/4– включить			A26	Н-308/2– выключить
B10				B26	
A11	Н-317/1– включить			A27	Н-316/1– выключить
B11				B27	
A12	Н-317/2– включить			A28	Н-316/2– выключить
B12				B28	
A13	Н-318/1– включить			A29	Н-316/3– выключить
B13				B29	
A14	Н-318/2– включить			A30	Н-316/4– выключить
B14				B30	
A15	Н-326/1– включить			A31	Н-317/1– выключить
B15				B31	
A16	Н-326/2– включить			A32	Н-317/2– выключить
B16				B32	

FCU-ADV551-3					
№ клемм	Наименование параметра	поз.	№ клемм	Наименование параметра	поз.
A1	Н-318/1– выключить		A9	Вентсистема АВ-18 – включить	
B1					
A2	Н-318/2– выключить		A10	Вентсистема АВ-19 – включить	
B2					
A3	Н-326/1– выключить		A11	Вентсистема АВ-19 – включить	
B3					
A4	Н-326/2 – выключить		A12	Вентсистема АВ-18 – включить	
B4					
A5	Н-327/1 – выключить		A13	Вентсистема АВ-19 – включить	
B5					
A6	Н-327/2 – выключить		A14	Вентсистема АВ-19 – включить	
B6					
A7	Н-328/1 – выключить		A15	не используется	
B7					
A8	Н-328/2 – выключить		A16	не используется	
B8					

NU4-ASD533-3		
№ клемм	Наименование параметра	поз.
A1	Отсечной клапан открыть	11в
B1		
A3	Отсечной клапан открыть	41в
B3		
A5	Отсечной клапан открыть	41е
B5		
A7	Отсечной клапан открыть	75е
B7		
A10	Отсечной клапан открыть	25г
B10		
A12	не используется	
B12		
A14	не используется	
B14		
A16	не используется	
B16		

РАСЧЕТ САР

1. Выбор и анализ основного технологического аппарата, как объекта регулирования

В качестве основного технологического аппарата, как объекта регулирования выбрана ректификационная колонна К-302 (без сборника-конденсатора Т-304). Рассматриваемый технологический процесс в колонне, это непрерывный процесс ректификации.

Целью процесса является получение в дистилляте и кубе колонны продуктов заданного состава. Вверху колонны получаем БТФ (бензолтолуольная фракция), в кубе – стирол плюс этилбензол.

Для поддержания качества верха и куба колонны выбрана схема стабилизации температурного профиля колонны т.к. он косвенно показывает распределение фракционного состава продукта по высоте колонны.

Форма температурного профиля (рис. 3.1) регулируется флегмовым числом (отношение расхода флегмы к расходу дистиллята), а положение температурного профиля по высоте колонны (рис. 3.2) – температурой на контрольной тарелке (расходом пара в кипятильник Т-303). Это позволяет системе регулирования своевременно реагировать на основные возмущения: изменение фракционного состава и температуры сырья, изменение расхода питания, на температуру и расход флегмы.

На рисунках приняты следующие буквенные обозначения:

h_n – низ колонны;

h_v – верх колонны;

$h_{кт}$ – контрольная тарелка;

$t_{нк}$ – температура кипения низкокипящего компонента смеси;

$t_{вк}$ – температура кипения высококипящего компонента смеси;

$t_{кт}$ – температура кипения смеси компонентов на контрольной тарелке.

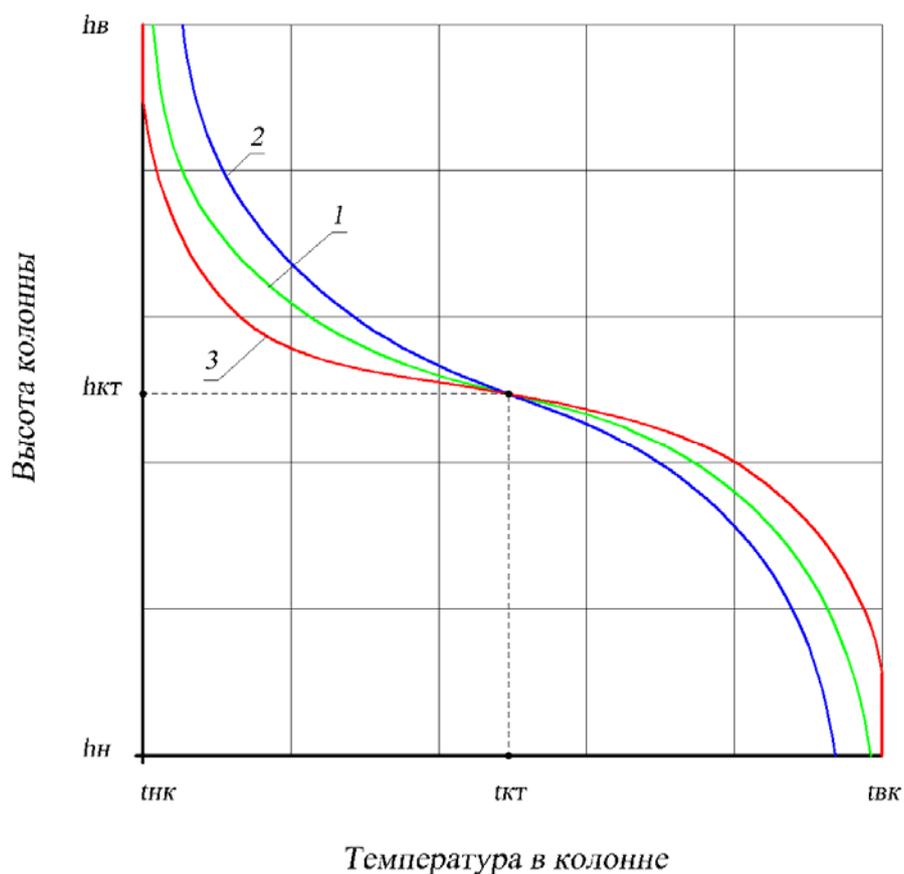


Рисунок 3.1 Графики зависимости формы температурного профиля от флегмового числа

На рисунке 3.1 цифрами отмечены графики температурных профилей:

1 – при оптимальном флегмовом числе (соблюдается необходимый уровень качества верха и куба);

2 – при заниженном флегмовом числе (недостаточное разделение компонентов, наблюдается неудовлетворительное качество верха и куба);

3 – при завышенном (избыточном) флегмовом числе (соблюдается необходимый уровень качества верха и куба, но при этом происходит перерасход пара в Т-303).

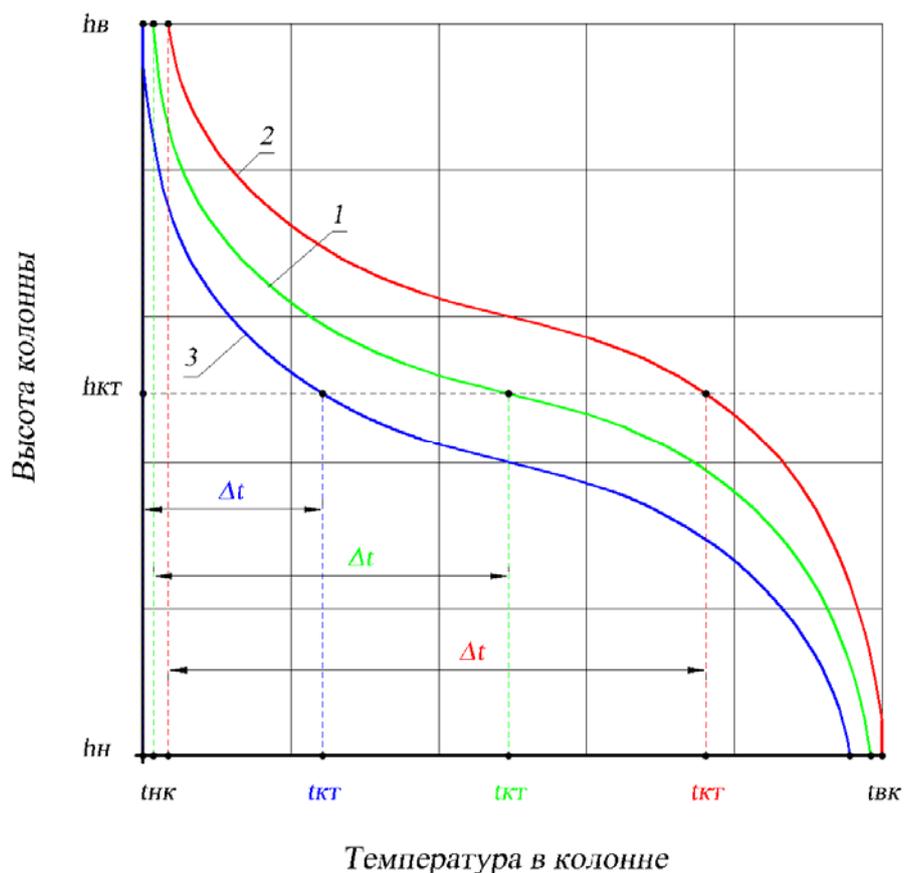


Рисунок 3.2 Графики положения температурного профиля по высоте колонны

На рисунке 3.2 цифрами отмечены графики температурных профилей:

1 – при оптимальной температуре на контрольной тарелке (соблюдается необходимый уровень качества верха и куба);

2 – при завышенной температуре на контрольной тарелке (наблюдается повышенное содержание низкокипящего компонента вверху колонны, при этом соблюдается требуемое качество куба);

3 – при заниженной температуре на контрольной тарелке (наблюдается повышенное содержание высококипящего компонента внизу колонны, при этом соблюдается требуемое качество верха).

Давление в К-302 так же является сильным возмущающим воздействием. Если регулирование организовано на схеме стабилизации температуры, на контрольной тарелке (стабилизация температурного профиля колонны), то при

изменении давления в колонне происходит и изменение температуры по всей ее высоте и по контрольной точке в частности. При этом изменения состава на контрольной тарелке не происходит, но САР стремится «исправить ошибку», т.е. привести абсолютную температуру на тарелке к «норме» и тем самым изменяет оптимальное положение температурного профиля (ухудшает качество продукта). Для устранения этой проблемы, необходимо стабилизировать не абсолютную температуру на контрольной тарелке, а разницу между температурой на контрольной тарелке и температурой верха (рис. 3.2), выступающей в роли эталонной. При изменении давления в колонне, изменяется и температура на контрольной тарелке и температура верха, а их разница при этом остается постоянной, то есть для САР это означает отсутствие изменения ошибки, и система в этом случае почти не реагирует на колебания давления в колонне.

Уровень в кубе колонны стабилизируется выводом кубовой жидкости и подачей ее на питание К-312 и является показателем материального баланса. При этом куб колонны выступает в роли буферной емкости для уменьшения колебаний расхода питания в К-312.

После проведенного анализа объекта управления, можно выделить три управляющих воздействия:

- расход флегмы;
- расход пара в кипятильник Т-304;
- расход кубовой жидкости.

Они воздействуют на выходные параметры соответственно:

- флегмовое число;
- разность температур между верхом и контрольной тарелкой;
- уровень в кубе колонны.

К возмущающим воздействиям относятся:

- Расход питания в К-302 (стабилизированное возмущение);
- Фракционный состав питания (контролируемое возмущение, аналитический контроль);

- Температура питания (контролируемое возмущение);
- Давление в колонне (контролируемое возмущение);
- Температура флегмы (стабилизированное возмущение);
- Коэффициент теплопроводности в Т-303 (не контролируемое возмущение).

На рисунке 3.4 изображена структурная схема К-302 как объекта управления.

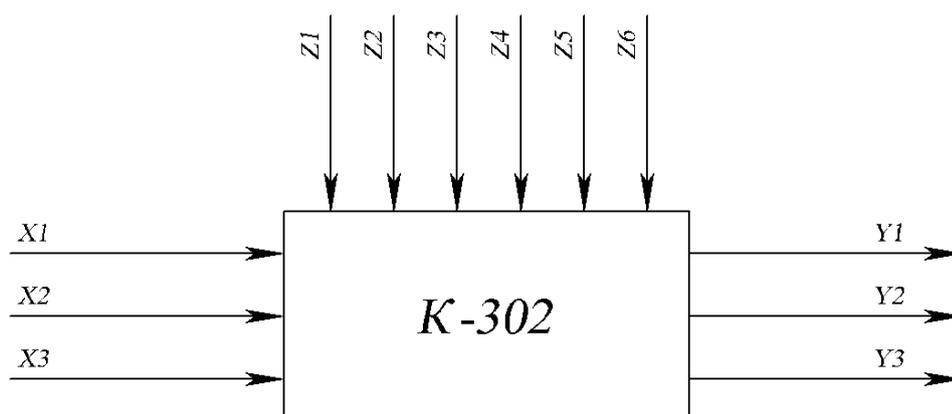


Рисунок 3.4 Структурная схема ректификационной колонны К-302

Входными воздействиями являются:

X_1 – расход флегмы в К-312;

X_2 – расход пара в Т-303;

X_3 – расход кубовой жидкости в К-312.

Выходными параметрами являются:

Y_1 – флегмовое число в К-302;

Y_2 – разность температур между верхом и контрольной тарелкой;

Y_3 – уровень в кубе К-302.

Возмущающими воздействиями являются:

Z_1 – расход питания в К-302;

Z_2 – температура питания;

Z_3 – фракционный состав питания;

Z_4 – давление в колонне;

Z_5 – температура флегмы;

Z_6 – коэффициенты тепло- и массообмена.

2. Теоретические основы расчета САР

Одной из важнейших задач автоматизации технологических процессов является автоматическое регулирование, имеющее целью поддержание постоянства (стабилизацию) заданного значения регулируемых переменных или их изменение по заданному во времени закону (программное регулирование) с требуемой точностью, что позволяет обеспечить получение продукции нужного качества, а также безопасную и экономичную работу технологического оборудования.

Задача автоматического регулирования реализуется посредством систем автоматического регулирования (САР). Поводом для регулирования в замкнутой САР является возникновение ошибки. При её появлении регулятор изменяет регулирующее воздействие до полного устранения ошибки (в идеальной системе). Таким образом, САР предназначена для поддержания регулируемой переменной на заданном уровне при колебаниях возмущающих воздействий в определённых пределах. Другими словами, основной задачей регулятора является устранение рассогласования изменением регулирующего воздействия.

Основными задачами, возникающими при расчёте САР, являются:

1. Математическое описание объекта регулирования;
2. Обоснование структурной схемы САР, типа регулятора и формирование требований к качеству регулирования;
3. Расчёт параметров настройки регулятора;
4. Анализ качества регулирования в системе.

Целью расчёта замкнутой САР является обеспечение требуемого качества регулирования.

3. Математическое описание объекта регулирования

Передаточная функция конкретного объекта управления находится, как правило, по кривой разгона (переходной характеристике) объекта. Кривая разгона, представляющая собой график изменения выходной (регулируемой) величины во

времени при подаче на вход объекта ступенчатого воздействия, может быть легко получена опытным путем.

Определение характеристик объектов регулирования по данным экспериментальных исследований называется – идентификацией. Существует большое число методов идентификации объектов регулирования. В данной работе рассмотрен метод Симою, предложенный в 1956 году, который позволяет определить параметры передаточной функций по кривой разгона объекта. Этот метод является одним из наиболее эффективных и удобных для реализации на ЭВМ.

При подаче на вход объекта ступенчатого возмущения: $du = u(\infty) - u(0)$ выходная величина $y(t)$ будет изменяться с течением времени плавно и изменится на величину: $dy = y(\infty) - y(0)$.

Здесь $u(0)$ и $y(0)$ – начальные значения соответственно входной и выходной величин, $u(\infty)$ и $y(\infty)$ – установившиеся (конечные) значения этих величин.

После снятия кривой разгона и реализации метода получаем следующие характеристики:

- а) передаточную функцию объекта (коэффициенты передаточной функции);
- б) постоянную времени объекта;
- в) время запаздывания объекта.

Полученные характеристики позволяют перейти к определению настроек регулятора.

4. Расчёт параметров настройки регулятора

Для расчета настроек регуляторов разработано много различных методов: графических, аналитических и т.д., одни из них являются более точными, но достаточно трудоемкими, другие простыми, но более приближенными. Наиболее часто применяется метод расширенных частотных характеристик РЧХ. Этот метод является одним из наиболее точных.

Метод РЧХ позволяет произвести расчет настроек регулятора таким образом, что обеспечивается расположение всех корней характеристического полинома замкнутой системы внутри сектора, определяемого требуемой степенью колебательности m , а следовательно, степенью затухания f .

Расчет настроек регулятора с использованием метода РЧХ состоит в следующем:

- 1 Определение передаточной функции $W(p)$ разомкнутой системы:

$$W(p) = W_o(p) \cdot W_p(p) \quad (3.1)$$

- 2 Получение РЧХ разомкнутой системы $W_{pc}(j\omega, m)$ подстановкой $p = (j - m)\omega$ с целью обеспечения нахождения корней характеристического полинома замкнутой системы внутри сектора;

- 3 С использованием критерия Найквиста определяются расчетные настройки регулятора из условия неохваченной характеристикой $W_{pc}(j\omega, m)$ точки с координатами $(-1; j0)$.

5. Расчет каскадных САР

Каскадные системы применяют для автоматизации объектов, обладающих большой инерционностью по каналу регулирования, если можно выбрать менее инерционную, по отношению к наиболее опасным возмущениям, промежуточную координату и использовать для неё то же регулирующее воздействие, что и для основного выхода объекта. В этом случае в систему включают два регулятора: основной (внешний), служащий для стабилизации основного выхода объекта, и вспомогательный (внутренний), предназначенный для регулирования вспомогательной координаты. Заданием для вспомогательного регулятора служит выходной сигнал основного регулятора.

В каскадной системе оба регулятора являются взаимно зависимыми, и изменение настроек одного из них сопровождается изменением настроек другого, поэтому расчет настроек регулятора проводят методом итераций, последовательно переходя от расчета одного регулятора к расчету другого с возвратом. Итерации выполняются до тех пор, пока не будет получена желаемая точность.

На каждом шаге итерации рассчитывают приведённую одноконтурную САР, в которой один из регуляторов условно относится к эквивалентному объекту.

Расчет настроек регуляторов выполняется следующим методом:

1 Расчет основного регулятора.

При расчете настроек каждого регулятора необходимо всю остальную часть схемы представить в виде нового эквивалентного объекта.

Передаточная функция его равна:

$$W_9(p) = \frac{R1 \cdot W1(p)}{1 + R \cdot 1W(p)} \cdot \frac{W(p)}{W1(p)} = \frac{R1 \cdot W(p)}{1 + R1 \cdot W1(p)} \quad (3.2)$$

где:

$R1$ – вспомогательный регулятор;

$W1(p)$ – передаточная функция объекта по вспомогательной координате;

$W(p)$ – передаточная функция объекта по основной координате.

2 Расчёт вспомогательного регулятора:

Эквивалентный объект для вспомогательного регулятора является параллельным соединением вспомогательного канала и основной разомкнутой системы. Его передаточная функция имеет вид:

$$W1_9 = W1(p) + R \cdot W(p) \quad (3.3)$$

где:

$W1(p)$ – передаточная функция объекта по вспомогательной координате;

$W(p)$ – передаточная функция объекта по основной координате;

R – основной регулятор.

Метод расчета:

На первом шаге расчета делается допущение, что внутренний контур регулирования очень быстродействующий по сравнению с внешним контуром, т.е. $R1 \cdot W1 \gg 1$. Тогда передаточная функция эквивалентного объекта формулы (3.2) будет иметь вид:

$$W_9(p) = \frac{R1 \cdot W(p)}{R1 \cdot W1(p)} = \frac{W(p)}{W1(p)} \quad (3.4)$$

где:

$R1$ – вспомогательный регулятор;

$W1(p)$ – передаточная функция объекта по вспомогательной координате;

$W(p)$ – передаточная функция объекта по основной координате.

На втором шаге найденные настройки основного регулятора подставляют в формулу (3.3), и рассчитывают настройки вспомогательного регулятора.

Затем найденные настройки регулятора внутреннего контура подставляют в передаточную функцию эквивалентного объекта (3.2), после чего процесс уточнения настроек повторяется.

Расчёты производят до тех пор, пока значения настроек на двух последовательных итерациях не совпадут с заданной точностью.

При расчете вспомогательного регулятора на первом шаге предполагают, что основной контур разомкнут, т.е. отключен. В этом случае $W1\varepsilon(p)=W1(p)$. Затем рассчитывают настройки вспомогательного регулятора.

На втором шаге найденные настройки вспомогательного регулятора подставляют в формулу (3.2), по которой определяют значения основного регулятора.

На третьем шаге найденные значения настроек внешнего контура подставляются в формулу (3.3), и настройки внутреннего контура уточняются.

Расчёты производят до тех пор, пока значения настроек на двух последовательных итерациях не совпадут с заданной точностью.

Выбор законов регулирования.

Выбор законов регулирования определяется назначением регуляторов:

1) Для поддержки основной координаты на заданном значении без статистической ошибки закон регулирования основного регулятора должен включать интегральную составляющую;

2) От вспомогательного регулятора требуется, прежде всего, быстроедействие, поэтому он может иметь любой закон регулирования. Так как

инерционность объекта велика, то в основном контуре необходимо применить ПИД-регулятор;

3) Регулирование внутренним контуром осуществляется по расходу орошения, а так как инерционность данного параметра не велика, значит использование во вспомогательном регуляторе дифференциальной составляющей не целесообразно. Для достижения заданной точности регулирования необходимо использовать интегральную составляющую. Таким образом, в качестве вспомогательного регулятора достаточно будет применить ПИ-регулятор.

6. Результаты расчета САР

Расчет САР выполнен в программном комплексе MathCad (Приложение Б). Рассчитаны кривые разгона (при 5% изменении положения клапана расхода пара) и получены их передаточные функции, а затем произведен расчет коэффициентов регуляторов для каскадной САР.

На рисунке 3.5 показана экспериментальная и расчетная кривые разгона без самовыравнивания разницы температур между верхом и контрольной тарелкой.

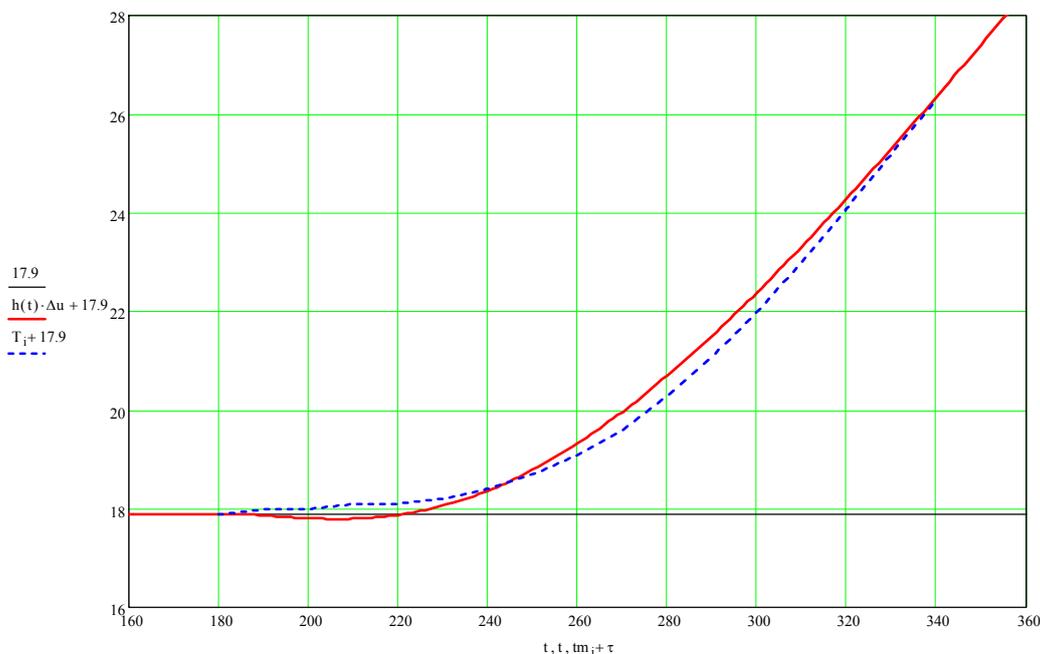


Рисунок 3.5 Экспериментальная (синяя) и расчетная (красная) кривые разгона разницы температур

В результате получена передаточная функция основной координаты для расчета каскадной САР:

$$W(p) = 1.84 \cdot \left(\frac{0.012}{p} - \frac{19.042p + 1}{1593p^2 + 66.868p + 1} \right) \cdot e^{-180p} \quad (3.6)$$

На рисунке 3.6 показана экспериментальная и расчетная кривые разгона разницы расхода пара в Т-303 полученные в результате ступенчатого увеличения положения клапана расхода пара в Т-303 на 5%.

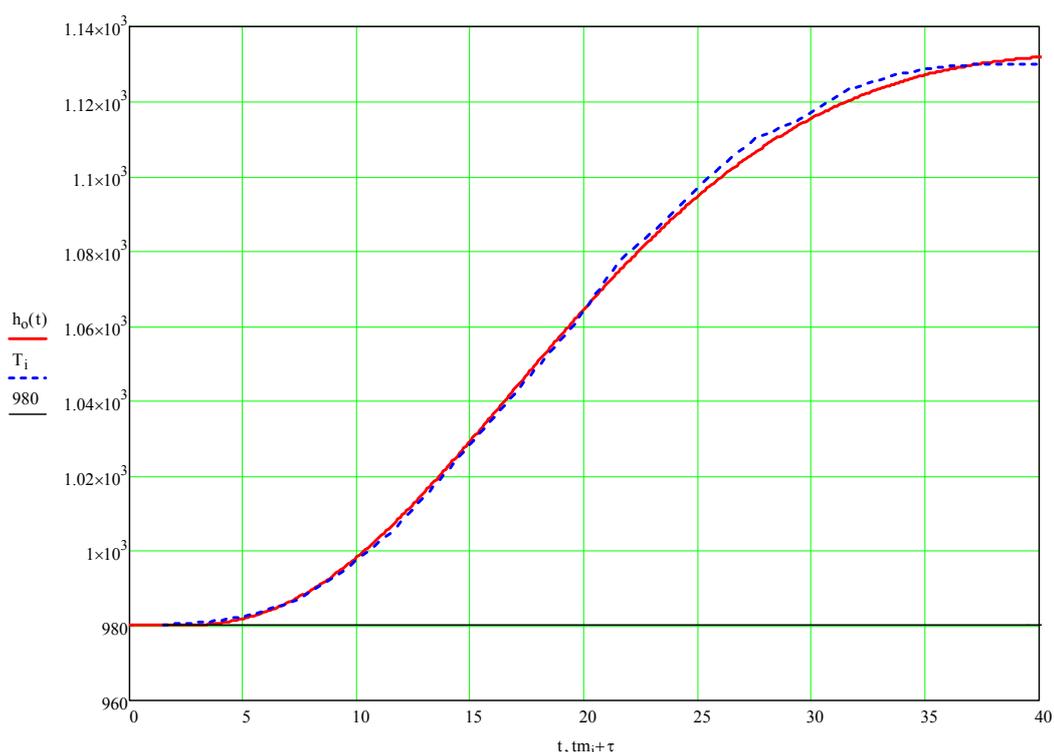


Рисунок 3.6 Экспериментальная (синяя) и расчетная (красная) кривые разгона расхода пара в кипятильник

В результате получена передаточная функция вспомогательной координаты для расчета каскадной САР:

$$W_1(p) = \left(\frac{1.2 \cdot e^{-1.5p}}{446p^3 + 126p^2 + 17.45p + 1} \right) \quad (3.7)$$

Настройки регуляторов полученные в результате расчетов.

Вспомогательный ПИ-регулятор:

$K_p = 0,739$;

$$T_{и} = 55,9.$$

Основной ПИД-регулятор:

$$K_{п} = 0,155;$$

$$T_{и} = 789;$$

$$T_{д} = 64.$$

На рисунке 3.7 показан график переходного процесса по заданию.

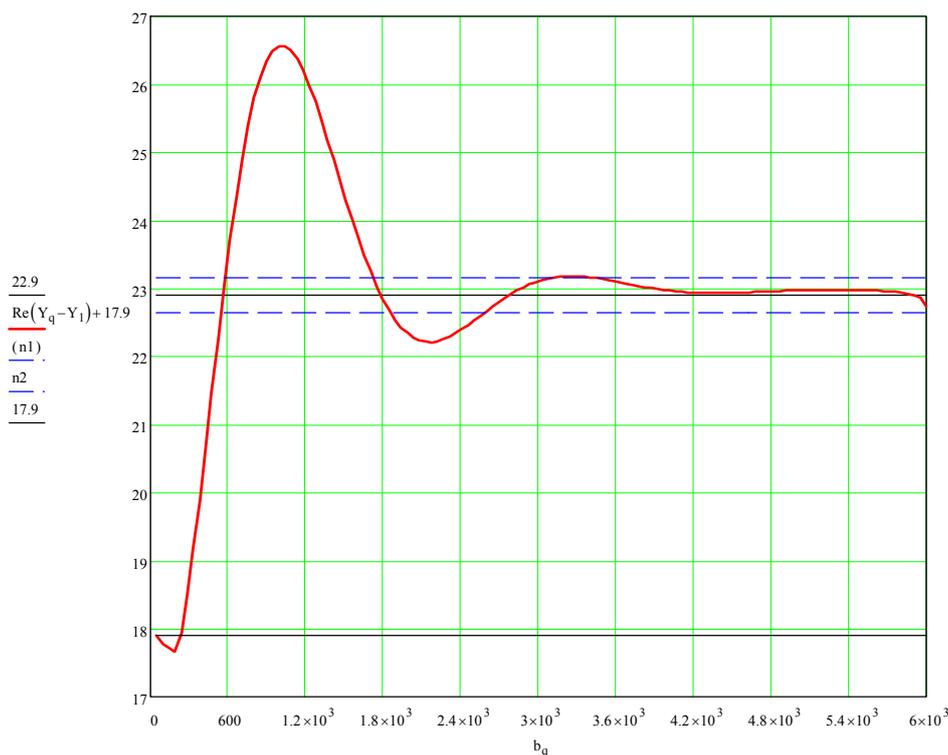


Рисунок 3.7 Переходный процесс по заданию

Прямые показатели качества переходного процесса по заданию:

Перерегулирование – $\delta = 73 \%$;

Время регулирования – $T_{рег} = 3543,3 \text{ с}$;

Время первого согласования – $T_{1сог} = 1771,7 \text{ с}$;

Число колебаний – $n = 2$.

На рисунке 3.8 показан график переходного процесса по возмущению.

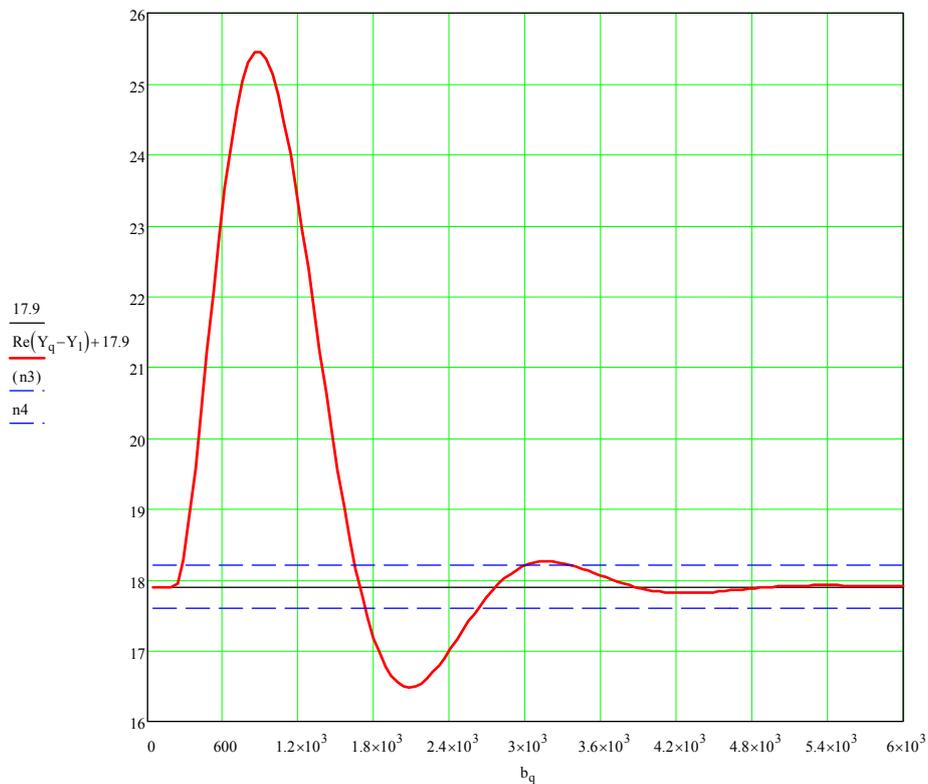


Рисунок 3.8 Переходный процесс по возмущению

Прямые показатели качества переходного процесса по возмущению:

Перерегулирование – $\delta = 19 \%$;

Время регулирования – $T_{рег} = 3346,5 \text{ с}$;

Время первого согласования – $T_{1сог} = 1692,9 \text{ с}$;

Число колебаний – $n = 1$;

Степень затухания – $\psi = 0,95$.

Полученные настройки регулятора дают хорошие показатели качества переходных процессов. Несколько завышенным получилось перерегулирование переходного процесса по заданию, но так как задание по колонне изменяется крайне редко (одно и то же значение от пуска до остановки на капремонт), то для нас имеет большее значение качество переходного процесса по возмущению, чем по заданию.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

1. Описание объекта управления

В вакуумной ректификационной колонне К-302 происходит разделение низкокипящей бензолтолуольной фракции от высококипящей фракции смеси стирола и этилбензола с содержанием стирола примерно 45-55%. Процесс протекает под вакуумом, для снижения температуры кипения компонентов.

При превышении давления в кубе колонны выше допустимого (более 24,2 кПа) происходит перегрев куба. Стирол имеет свойство при высокой температуре образовывать полимер, который может привести к неисправности как основного аппарата (колонны), так и кипятильника Т-303 и циркуляционных насосов Н-306/1,2. Для того, чтобы этого не произошло, в случае превышения давления в кубе колонны, должна быть прекращена подача греющего пара в кипятильник Т-303. При этом система блокировки должна работать как в автоматическом режиме, так и в ручном.

Так как нередки случаи полимеризации линии отбора давления на первичный преобразователь, возможно ложное срабатывание блокировки, чего допускать нельзя, следовательно, оператор должен успеть перевести систему из автоматического режима в ручной. Поэтому, отсечной клапан должен срабатывать с задержкой 60 секунд, чтобы оператор смог оценить ситуацию и выполнить необходимые действия.

В случае, если поступил сигнал о срабатывании сразу двух концевых выключателей или при превышении допустимого времени открытия (закрытия) клапана, должно быть выведено сообщение оператору.

2. Описание алгоритма блокировки

В ручном и автоматическом режиме работы клапан открывается, если поступил сигнал об открытии от оператора и давление в кубе колонны не превышает 24,2 кПа.

В ручном режиме работы клапан закрывается, если поступил сигнал о закрытии клапана от оператора.

В автоматическом режиме работы клапан закрывается, если поступил импульсный сигнал о превышении давления в кубе колонны К-302 более 24,2 кПа или если поступил сигнал о закрытии клапана от оператора.

Импульсный сигнал на закрытие клапана подается с задержкой 60 секунд, если давление в кубе колонны К-302 более 24,2 кПа и при истечении времени задержки, давление в кубе колонны К-302 все еще остается более 24,2 кПа.

В любом режиме работы при превышении давления в кубе колонны К-302 более 24,2 кПа выдаётся сообщение оператору об этом.

В любом режиме работы выдается сообщение оператору, если есть сигналы и «клапан закрыт», и «клапан открыт» одновременно.

В любом режиме работы выдается сообщение оператору, если через 3 секунды после подачи управляющего сигнала «открыть/закрыть клапан» не пришло подтверждение от соответствующего концевого выключателя об открытии или закрытии клапана.

При поступлении сразу двух сигналов на включение автоматического и включение ручного управления, приоритет имеет ручной режим работы.

При поступлении сразу двух сигналов на открытие и закрытие клапана, приоритет имеет сигнал на закрытие клапана.

3. Блок-схема алгоритма блокировки

На рисунке 4.1 показан алгоритм, по которому срабатывает отсечной клапан в случае превышения давления в кубе К-302 выше максимального.

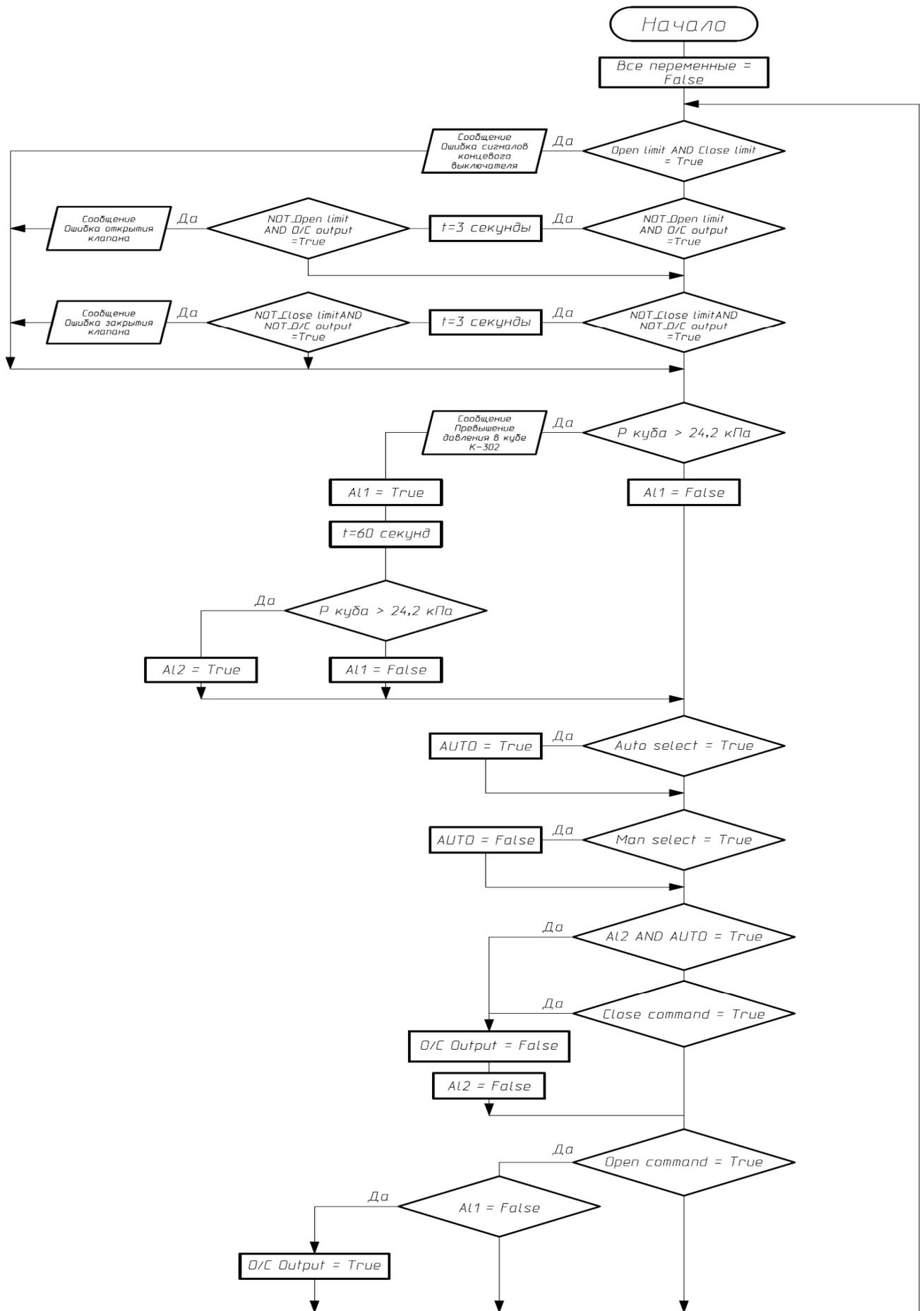


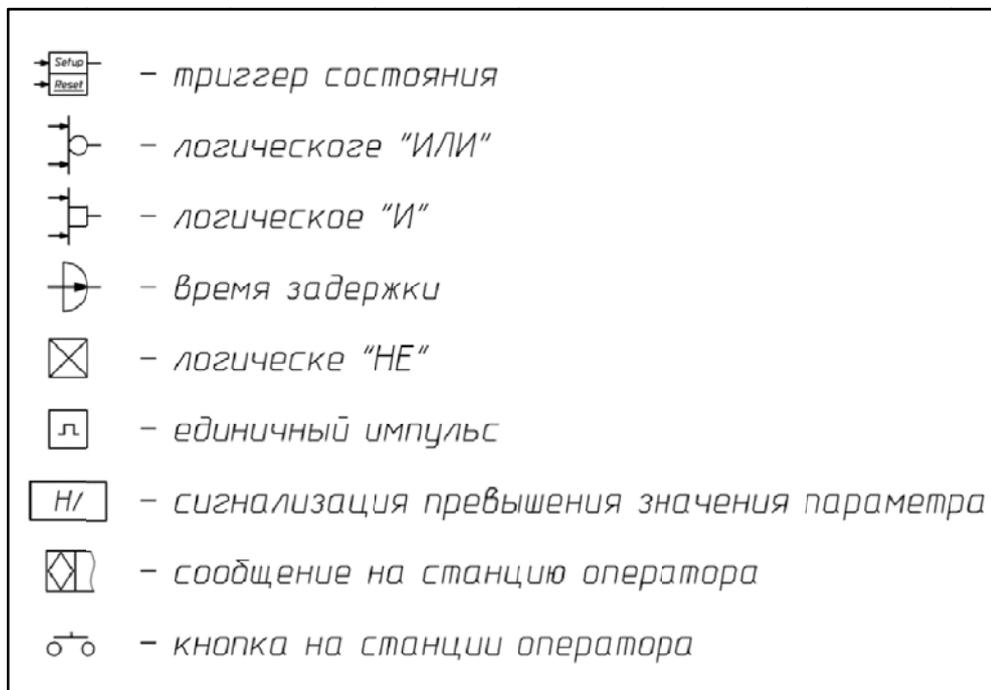
Рисунок 4.1 Блок-схема алгоритма управления отсечным клапаном поз 11г

4. Разработка программы управления отсечным клапаном

Программа управления отсечным клапаном при превышении давления в кубе колонны К-302 более 24,2 кПа разрабатывалась с помощью языка логических схем, который входит в состав программного пакета StandardBuilderFunction производства YokogawaElectrics CIS Ltd, Япония.

Данный программный пакет и язык программирования сочетают в себе:

- 1 простое и интуитивное использование;
- 2 библиотеки заранее подготовленных сложных блоков (схем) и разработанных пользователем решений;



- 3 каждый блок имеет ряд настраиваемых пользователем свойств.

Описание блоков использованных в программе представлено на рисунке 4.2.

Рисунок 4.2 Описание символьных обозначений

На рисунке 4.3 показана программа управления отсечным клапаном.

Экономическая часть

1. Краткое описание сущности проектируемого варианта автоматизации объекта

В результате замены устаревших как морально, так и физически локальных схем регулирования на современную РСУ YokogawaCentum3000 произойдет существенная стабилизация технологических параметров и возмущающих воздействий процесса ректификации.

В результате стабилизации технологического режима можно будет существенно снизить расход флегмы по всем колоннам, т.к. при плохо стабилизированном режиме (при нынешней системе автоматизации) операторы вынуждены вести процесс по завышенным нормам расхода флегмы (с запасом) чтобы при колебаниях процесса сохранялось требуемое качество продукции.

Из-за снижения подачи флегмы по колоннам произойдет уменьшение потребления воды оборотной в сборниках-конденсаторах и ПАР-10 в кипятильниках. Уменьшение флегмы так же приведет к углублению вакуума в колоннах, а значит, это позволит уменьшить количество работающих одновременно парожекторных установок, которые потребляют ПАР-20, следовательно, снизится потребление и ПАР-20.

Ожидаемое снижение потребления ресурсов:

- ПАР-10 на 6,5%;
- ПАР-20 на 2,2%;
- Обратная вода на 8,5%.

В результате замены пневматического оборудования на электрическое ожидается увеличение потребления электроэнергии на 1.5%.

Изменения производственной мощности не происходит, т.к. мощность производства стирола ограничена мощностью отделения дегидрирования.

В связи свышеперечисленным, ожидается снижение себестоимости продукции и, как следствие, существенный экономический эффект, в результате которого затраты на автоматизацию должны окупиться в срок не более 6,67 лет и с коэффициентом экономической эффективности не менее 0,15 (условия экономической эффективности).

В таблице 5.1 приведена расшифровка затрат на калькулируемую продукцию для производства стирола.

Таблица 5.1 – Расшифровка затрат на калькулируемую продукцию

Наименование статей	Ед. Изм.	Цена, руб.	Итоги за год		На 1 тонну стирола	
			Кол.	Сумма, тыс. руб.	Кол.	Сумма, руб.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Сырье и полуфабрикаты за вычетом отходов		7978,49	39780,122	317385,4	1,086	8 664,87
Азот газообразный	т.м ³	1920	563	1081	0,015	29,51
Реагенты		141612,1	18,996	2690,1	0,001	73,44
Катализатор Стайромакс 6	т	355346,9	12,732	4524,3	0,000	123,52
ПАР 10 АТА	Гкал	472,45	128592	60753,3	3,511	1 658,61
ПАР 20 АТА	Гкал	489,15	33063	16172,8	0,903	441,53
Возврат конденсата	Гкал	-174,88	2076	-363	0,057	-9,91
ХОВ на восполнение	Гкал	25	188031	4700,8	5,133	128,34
Услуги ОАО АУЭС		83,54	161707	13509,5	4,415	368,82
Вода	т.м ³	1628,19	438	713,8	0,012	19,49

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4	5	6	7
Электроэнергия	т.кВт.ч	863,81	4818	4161,8	0,132	113,62
Оборотная вода	т.м ³	780,02	11586	9037,3	0,316	246,73
Химочищенная вода	т	-	-	70,9	-	1,94
Основная зарплата производственных рабочих	-	-	-	24065,1	-	657,00
Негосударственное пенсионное обеспечение	-	-	-	767,4	-	20,95
Отчисления на социальное страхование	-	-	-	5744,5	-	156,83
Содержание и эксплуатация оборудования	-	-	-	4238,1	-	115,70
Нормативные выбросы в атмосферу	-	-	-	86,8	-	2,37
Услуги по содержанию трубопроводов	-	-	-	1457,9	-	39,80
Общепроизводственны е расходы	-	-	-	144924,9	-	3 956,56
Итого производственная себестоимость	-	-	-	615722,7	-	16 809,71
Всего полная себестоимость	-	-	-	615722,7	-	16 09, 71

2. Расчет суммы капитальных вложений на новые средства автоматизации

Сумма капитальных вложений складывается из трех разновидностей затрат: на приобретение новых средств автоматизации; на транспортировку этих средств; на монтаж и наладку новой системы автоматизации. Сумма капитальных вложений на приобретение новых средств автоматизации определяется с помощью таблицы 5.2.

Таблица 5.2– Стоимость вновь приобретенных средств автоматизации.

Наименование оборудования по спецификации	Ед. изм.	Кол.единиц	Оптовая цена за единицу, тыс.руб.	Общая сумма затрат, тыс.руб.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Rosemount 2120 сигнализатор уровня	шт.	42	24,26	850,92
Rosemount 3051S датчик перепада давления	шт.	21	39,20	823,20
Rosemount 3051SMV многопараметрический преобразователь	шт.	1	45,98	45,98
Rosemount 405C диафрагма камерная	шт.	22	1,00	22,00
Rosemount 5300 волноводный уровнемер	шт.	9	32,74	294,66
Samson 3241-1 регулирующий клапан	шт.	26	72,00	1832,00
Samson 4763-1 позиционер	шт.	26	13,00	338,00
Samson тип 3351 отсечной клапан	шт.	5	78,00	390,00
Samson тип 3768-124 Индуктивный сигнализатор без эл. магнитного клапана	шт.	1	4,00	4,00
Samson тип 3768-124 Индуктивный сигнализатор с эл. магнитным клапаном	шт.	8	5,00	40,00
Контроллер Centum3000	шт.	1	2 500,00	2500,00
Метран-150TG датчик избыточного давления	шт.	20	22,50	450,00
Метран-150ГА датчик абсолютного давления	шт.	6	24,50	147,00
Метран-2700 термометр сопротивления	шт.	40	1,90	76,00
ПО для контроллера	шт.	1	15,00	15,00
СТМ-30-03 датчик гор в-в	шт.	12	32,50	390,00
ТСМУ Метран-274 термометр сопротивления	шт.	41	2,90	118,90
Итого:				8377,66
Неучтенное оборудование (10-15% от итога)				837,77
Итого стоимость вновь приобретенных средств автоматизации:				9215,43

Стоимость демонтируемых средств автоматизации для расчета капитальных вложений указана в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Стоимость демонтируемых средств автоматизации

Наименование средства автоматизации	Ед. изм.	Кол.	Цена, тыс.руб.	Сумма, тыс.руб.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
13ДЦ11 преобразователь давления	шт.	20	2,00	40,00
13ДИ30 преобразователь избыточного давления	шт.	5	2,00	10,00
Yokogawa-1700 контроллер	шт.	3	95,00	285,00
Диафрагма камерная	шт.	20	1,00	20,00
ИПШ703-М1 преобразователь измерительный	шт.	25	8,00	200,00
Искра ТС-01 барьер искрозащиты	шт.	91	2,00	182,00
Клапан отсечной ЗИФ005М	шт.	4	30,00	120,00
Клапан регулирующий ЗИМ001Т	шт.	26	16,00	416,00
ПВ10.1Э прибор вторичный	шт.	20	1,00	20,00
ПВ4.3Э прибор вторичный самопишущий	шт.	32	1,00	32,00
ПП-2.25 позиционер пневматический	шт.	26	9,00	234,00
ТСМ 012-000 термометр сопротивления	шт.	25	1,00	25,00
Уровнемер буйковый ККВА 22122110000	шт.	9	16,00	144,00
ФЩЛ 501-12 регистратор	шт.	4	13,00	52,00
Итого:				1780,00

Сумма капитальных вложений в проект автоматизации:

$$K_{\Pi} = C_{\text{вв}} + C_{\text{тр}} + C_{\text{смр}} + C_{\text{дем}} - C_{\text{ост}} \quad (5.1)$$

где K_{Π} – сумма капитальных затрат на внедрение проектируемой системы автоматизации, тыс.руб.;

$C_{\text{вв}} = 9215,43$ тыс.руб. – стоимость вновь приобретенных средств автоматизации;

$C_{\text{дс}} = 1780$ тыс.руб. – стоимость демонтируемых средств автоматизации;

$C_{\text{тр}}$ – стоимость транспортировки новых средств автоматизации (10% от $C_{\text{вв}}$), тыс.руб.;

$C_{\text{смр}}$ – стоимость строительно-монтажных работ (30% от $C_{\text{вв}}$), тыс.руб.;

$C_{\text{дем}}$ – затраты на демонтажные работы (3-5% от стоимости демонтируемых средств автоматизации), тыс.руб.;

$C_{\text{ост}}$ – остаточная стоимость демонтируемых средств автоматизации (20% от стоимости демонтированных средств автоматизации), тыс.руб.;

$$C_{\text{тр}} = C_{\text{вв}} \cdot 10\% = 921,543 \text{ тыс. руб.};$$

$$C_{\text{смп}} = C_{\text{вв}} \cdot 30\% = 2765 \text{ тыс. руб.};$$

$$C_{\text{дем}} = C_{\text{дс}} \cdot 5\% = 89 \text{ тыс. руб.};$$

$$C_{\text{ост}} = C_{\text{дс}} \cdot 20\% = 356 \text{ тыс. руб.};$$

$$K_{\text{п}} = 9215,43 + 921,54 + 2765 + 89 - 356 = 12635 \text{ тыс. руб.};$$

3. Расчет изменений затрат по материальным ресурсам

Величина изменяемых затрат по данной статье себестоимости определяется по формуле:

$$Z_{\text{п}}^i = (N_{\text{рб}}^i \pm \Delta N_{\text{рп}}^i) \times C^i \quad (5.2)$$

где $Z_{\text{п}}^i$ – сумма затрат по i -той статье себестоимости единицы продукции по проектному варианту автоматизации, тыс.руб.;

i – вид статьи;

$N_{\text{рб}}^i$ – норма расхода материально-сырьевых и топливно-энергетических ресурсов на единицу измерения продукции по базовому варианту автоматизации;

$\Delta N_{\text{рп}}^i$ – величина изменения соответственно нормы расхода материально-сырьевых и топливно-энергетических ресурсов на единицу измерения продукции по проектному варианту автоматизации;

C^i – цена единицы измерения материально-сырьевых и топливно-энергетических ресурсов, руб.

$$\Delta N_{\text{рп}}^i = N_{\text{рб}}^i \cdot K_{\text{изм}}^i \quad (5.3)$$

где $K_{\text{изм}}^i$ – коэффициент изменения нормы расхода материально-сырьевых и топливно энергетических ресурсов;

4. Расчет изменений затрат по электроэнергии

Согласно данным калькуляции по базовому варианту автоматизации:

$$N_{\text{рб}}^{\text{эл}} = 0,132 \text{ т.кВт}\cdot\text{ч/т};$$

$$C^{\text{эл}} = 863,81 \text{ руб.}$$

Расход электроэнергии увеличится на 1,5%, следовательно:

$$\Delta H_{\text{рп}}^{\text{эл}} = 0,132 \cdot 0,015 = 0,001973 \text{ т.кВт}\cdot\text{ч/т} ;$$

$$З_{\text{п}}^{\text{эл}} = (0,132 + 0,001973) \times 863,81 = 115,33 \text{ руб./т} ;$$

5. Расчет изменений затрат на ПАР-10

Согласно данным калькуляции по базовому варианту автоматизации:

$$H_{\text{рб}}^{\text{п10}} = 3,511 \text{ Гкал/т} ;$$

$$Ц^{\text{п10}} = 472,45 \text{ руб.}$$

Расход ПАР-10 уменьшится на 6,5%, следовательно:

$$\Delta H_{\text{рп}}^{\text{п10}} = 3,511 \cdot 0,065 = 0,228 \text{ Гкал /т} ;$$

$$З_{\text{п}}^{\text{п10}} = (3,511 - 0,228) \times 472,45 = 1551 \text{ руб./т} ;$$

6. Расчет изменений затрат на ПАР-20

Согласно данным калькуляции по базовому варианту автоматизации:

$$H_{\text{рб}}^{\text{п20}} = 0,903 \text{ Гкал/т} ;$$

$$Ц^{\text{п20}} = 489,15 \text{ руб.}$$

Расход ПАР-20 уменьшится на 2,2%, следовательно:

$$\Delta H_{\text{рп}}^{\text{п20}} = 0,903 \cdot 0,022 = 0,020 \text{ Гкал/т} ;$$

$$З_{\text{п}}^{\text{п20}} = (0,903 - 0,020) \times 489,15 = 431,82 \text{ руб./т} ;$$

7. Расчет изменений затрат по оборотной воде

Согласно данным калькуляции по базовому варианту автоматизации:

$$H_{\text{рб}}^{\text{ов}} = 0,316 \text{ т.м}^3/\text{т} ;$$

$$Ц^{\text{ов}} = 780,02 \text{ руб.}$$

Расход оборотной воды уменьшится на 8,5%, следовательно:

$$\Delta H_{\text{рп}}^{\text{ов}} = 0,316 \cdot 0,085 = 0,027 \text{ т.м}^3/\text{т} ;$$

$$З_{\text{п}}^{\text{ов}} = (0,316 - 0,027) \times 780,02 = 225,75 \text{ руб./т} ;$$

8. Расчет изменений затрат по комплексным статьям калькуляции

Статья себестоимости «Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования» изменяется под влиянием проектного варианта автоматизации за счет возрастания затрат по таким элементам этой статьи как амортизация и текущий ремонт. В этом случае сумма затрат по этой статье на единицу продукции определяется по формуле:

$$Z_{\text{п}}^{\text{сo}} = Z_{\text{б}}^{\text{сo}} + (Z_{\text{п}}^{\text{a}} + Z_{\text{п}}^{\text{тp}}) \div M_{\text{п}} \quad (5.4)$$

где $Z_{\text{п}}^{\text{сo}}$ и $Z_{\text{б}}^{\text{сo}}$ – затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования соответственно по проектному и базовому варианту автоматизации;

$Z_{\text{п}}^{\text{a}}$ и $Z_{\text{п}}^{\text{тp}}$ – затраты на амортизацию и текущий ремонт оборудования по проектному и базовому варианту автоматизации (норму амортизации принимать в размере 16%, а текущий ремонт в размере 7% от суммы капитальных вложений);

$M_{\text{п}} = M_{\text{б}} = 36629$ т – годовой объем производства продукции по проекту.

$K_{\text{п}} = 12635 \cdot 1000 = 12635000$ руб. ;

$Z_{\text{б}}^{\text{сo}} = 115,70$ руб./т ;

$Z_{\text{п}}^{\text{a}} = 12635000 \cdot 0.16 = 2021600$ руб. ;

$Z_{\text{п}}^{\text{тp}} = 12635000 \cdot 0.07 = 884450$ руб. ;

$Z_{\text{п}}^{\text{сo}} = 115,70 + (2021600 + 884450) \div 36629 = 195,04$ руб.

Цеховые расходы являются условно-постоянной статьей себестоимости продукции, величина затрат по этой статье на единицу продукции прямо зависит от динамики месячных и годовых объемов продукции. В этой связи сумма затрат по цеховым расходам не изменится.

9. Составление проектной калькуляции себестоимости продукции

Проектная калькуляция себестоимости продукции (таблица 5.4) составляется по форме предприятия, где осуществлялась автоматизация.

Таблица 5.4 – Проектная калькуляция себестоимости продукции

Наименование статей	Ед.Изм.	Цена,руб.	количество		Сумма, руб./т	
			Базовыйвариант	Проект.вариант	Базовыйвариант	Проект.вариант
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Сырье и полуфабрикаты за вычетом отходов		7978,49	39780,122	39780,122	8664,86	8664,86
Азот газообразный	т.м ³	1920	563	563	29,51	29,51
Реагенты		141612,1	18,996	18,996	73,44	73,44
Катализатор Стайромакс 6	т	355346,9	12,732	12,732	123,52	123,52
ПАР 10 АТА	Гкал	472,45	128592	128592	1658,61	1551,00
ПАР 20 АТА	Гкал	489,15	33063	33063	441,53	431,82
Возврат конденсата	Гкал	-174,88	2076	2076	-9,91	-9,91
ХОВ на восполнение	Гкал	25	188031	188031	128,33	128,33
Услуги ОАО АУЭС		83,54	161707	161707	368,81	368,81
Вода	т.м ³	1628,19	438	438	19,47	19,47
Электроэнергия	т.кВт.ч	863,81	4818	4818	113,62	115,33
Оборотная вода	т.м ³	780,02	11586	11586	246,73	225,75
Химочищенная вода	т	-	-	-	1,94	1,94
Основная зарплата производственных рабочих	-	-	-	-	657,01	657,01
Негосударственное пенсионное обеспечение	-	-	-	-	20,95	20,95
Отчисления на социальное страхование	-	-	-	-	156,83	156,83
Содержание и эксплуатация оборудования	-	-	-	-	115,70	195,04
Нормативные выбросы в атмосферу	-	-	-	-	2,37	2,37
Услуги по содержанию трубопроводов	-	-	-	-	39,80	39,80
Общепроизводственные расходы	-	-	-	-	3956,56	3956,56
Итого производственная себестоимость:	-	-	-	-	16809,68	16752,43
Всего полная себестоимость:	-	-	-	-	16809,68	16752,43

10. Расчет показателей экономической эффективности проектного варианта автоматизации

Показателями экономической эффективности проектного варианта автоматизации являются:

- сумма условно-годовой экономии ($\mathcal{E}_{\text{уг}}$);
- срок окупаемости проекта ($T_{\text{ок}}$);
- коэффициент экономической эффективности (E_a).

Сумма условно-годовой экономии определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{уг}} = (C_{\text{б}} - C_{\text{п}}) \cdot M_{\text{п}} \quad (5.5)$$

где $C_{\text{б}}$ и $C_{\text{п}}$ – это полная себестоимость производства тонны стирола соответственно по проектному и базовому вариантам автоматизации (таблица 5.3);

$$\mathcal{E}_{\text{уг}} = (16809,68 - 16752,43) \cdot 36629 = 2097010 \text{ руб.};$$

Срок окупаемости проекта рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{ок}} = K_{\text{п}} / \mathcal{E}_{\text{уг}} \quad (5.6)$$

$$T_{\text{ок}} = 12635000 / 2097010 = 6,0 \text{ лет};$$

Коэффициент экономической эффективности проекта рассчитывается по формуле:

$$E_a = \mathcal{E}_{\text{уг}} / K_{\text{п}} \quad (5.7)$$

$$E_a = 2097010 / 12635000 = 0,17;$$

Условие окупаемости $T_{\text{ок}} < 6,67$ и $E_a > 0,15$ соблюдены, следовательно проект автоматизации производства стирола новыми средствами автоматизации является рентабельным.

Сводные данные технико-экономических показателей эффективности проекта представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Технико-экономические показатели эффективности

Наименование показателей	Ед. измерения	Проектный вариант	Базовый вариант	Результат «+», «-»
Годовая производственная мощность	т	36629	36629	0
Себестоимость годового выпуска продукции	млн.руб.	613,67	615,72	-2,05
Себестоимость единицы продукции	руб.	16752,43	16809,68	-57,25
Сумма капитальных вложений на автоматизацию	млн.руб.	12,64	-	-
Годовая сумма экономии затрат по себестоимости продукции	млн.руб.	2,10	-	-
Срок окупаемости	лет	6,0	-	-
Коэффициент эффективности капитальных вложений		0,17	-	-

Охрана труда и техники безопасности

1. Анализ опасных и вредных производственных факторов

Эксплуатация объекта производства стирола связана с применением горючих, взрывопожароопасных и токсичных продуктов. Технологическая схема производства включает систему контактных аппаратов, ректификационных колонн, теплообменников, холодильников.

Производство стирола имеет большое аппаратное оформление, наличие большого количества оборудования, насосов, запорной арматуры, может стать условием для пропусков и утечки газов и углеводородов, может привести к загазованности помещений и территории, возникновению пожаров, взрывов, а также к отравлению или травмам обслуживающего персонала.

Кроме того, опасными местами являются, с точки зрения отравления и удушья, все колодцы, прямки, ректификационные колонны, емкостное оборудование, при их внутреннем осмотре, чистке, ремонте.

Поражение электротоком наиболее вероятно при работе в помещениях распределительных устройств, с электрическими приборами за щитами КИП в операторных, в киповских распределительных щитках и электрощитках рабочего освещения при неисправности защитного заземления.

К основным опасностям в отделении относятся:

- отравление парами стирола, этилбензола, продуктами, содержащими углеводороды, топливным газом;
- возможное падение с высоты при обслуживании оборудования без стационарных площадок.
- поражение электротоком при обслуживании электрооборудования;
- поражение от взрыва углеводородов;
- удушье при обслуживании колодцев, прямков, траншей, емкостей и аппаратов, вследствие, нарушения техники безопасности при работе с инертными газами (азот);

- термический ожог парами, горячей водой;
- механические травмы при нарушении правил обслуживания насосов и грузоподъемных механизмов;
- травмы при нарушении герметичности оборудования, работающего под давлением;
- возможность самовозгорания при нагреве ингибитора ДОХ свыше 150⁰С.

ПРИМЕЧАНИЕ: Перечисленные выше виды опасностей могут возникнуть при неисправности оборудования и при не соблюдении правил безопасности эксплуатации.

Основные мероприятия, обеспечивающие безопасное ведение технологического процесса.

Для исключения возможности возникновения взрывов, пожаров, ожогов и отравления необходимо соблюдать следующие условия ведения процесса:

- соблюдение норм технологического режима и норм по предупредительному и плановому ремонту оборудования;
- обеспечение исправного состояния и бесперебойной работы контрольно-измерительных приборов, сигнализации и блокировок;
- обеспечение исправного состояния оборудования и предохранительных устройств;
- обеспечение исправного состояния системы производственной вентиляции и противопожарной защиты;
- постоянное наличие азота для продувок;
- обеспечение герметичности оборудования;
- наличие заземления электрооборудования, аппаратов и трубопроводов;
- при остановке на ремонт отдельного оборудования и коммуникаций отключить его от работающего оборудования запорной арматурой и заглушками, пропарить или продуть его азотом до содержания горючих не более 0,2%, а содержание вредных веществ не более ПДК;

– производить продувку аппаратов и коммуникаций от кислорода до содержания не более 0,5% перед приёмом взрывопожароопасных веществ.

В таблице 6.1 представлен перечень вредных факторов производства стирола.

Таблица 6.1 – Перечень вредных факторов

Опасные и вредные факторы	Место действия	Характер действия на организм человека	Нормированное значение или ссылка на документ
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Шум	Рабочее место оператора, установка объекта	Утомляемость, головокружение, расстройство нервной системы, пищеварительного тракта, способствует развитию гипертонии	ГОСТ 12.1.003-83
Вибрация	Установка объекта	Различная степень выраженности изменений нервной системы (центральной и вегетативной), сердечнососудистой системы и вестибулярного аппарата	ГОСТ 12.1.012-90
Вредные факторы, сопровождающие работы с ПЭВМ	Рабочее место оператора	Утомляемость, головокружение, расстройство нервной системы	СанПиН 2.2.2./2.41340-03
Недостаточная освещенность рабочей зоны	Рабочее место оператора, установка объекта	Утомляемость, увеличение вероятности ошибочных действий, аварийных ситуаций	СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение
Микроклиматические параметры (отопление, вентиляция)	Рабочее место оператора	Перегрев, переохлаждение	СанПиН 2.2.4.548-96
Электрический ток	Рабочее место оператора, установка объекта	Возможность поражения электрическим током и его последствия	ГОСТ 12.1.038-81 Эл. Безопасность. Защитное заземление, зануление

Продолжение таблицы 6.1

1	2	3	4
Электромагнитное излучение	Рабочее место оператора	Вызывает трофические заболевания, помутнения хрусталика глаза, изменения в эндокринной системе	ГОСТ 12.1.006-84 Электромагнитные излучения. Общие требования безопасности
Статическое электричество	Рабочее место оператора, установка объекта	Неприятные ощущения, расстройство центральной нервной системы	ГОСТ 12.4.124-83 не более 20 мВ в течение часа
Падение с высоты	Эстакады, трубопроводы, аппараты	Травмы, связанные с падением с высоты	ПОТ РМ 012-2000
Выступающие части	Рабочее место оператора, установка объект	Повышенный травматизм	ГОСТ 12.3.002-75
Оборудование под давлением, вакуумом	Трубопровод, резервуары, компрессора, вакуумсоздающее устройство, колонна и т. д.	Применение средств контроля за давлением. Применение клапанов, мембран и т.д.	ПБ 03-576-03 ГОСТ Р 2.2.9.05-95
Стирол	Места разливов при аварийных ситуациях	Обладает общим токсическим действием. Вызывает поражение крови и кроветворных органов.	ГОСТ 12.1.005-88
Бензол-толуольная фракция (бентол)	Места разливов при аварийных ситуациях	Действует наркотически.	ГОСТ 12.1.005-88
Этилбензол	Места разливов при аварийных ситуациях	Обладает общим токсическим действием. Вызывает поражение крови и кроветворных органов.	ГОСТ 12.1.005-88
КОРС	Места разливов при аварийных ситуациях	Обладает общим наркотическим действием	ГОСТ 12.1.005-88
Жидкости охлаждающие низкотемпературные	Места разливов при аварийных ситуациях	Могут проникать через кожные покровы. При попадании вовнутрь могут вызвать отравление.	ГОСТ 12.1.005-88

2. Производственный микроклимат

Производственный микроклимат - один из основных факторов, влияющих на работоспособность и здоровье человека. Метеорологические факторы сильно влияют на жизнедеятельность, самочувствие и здоровье человека. Неблагоприятное сочетание факторов приводит к нарушению терморегуляции.

Терморегуляция - это совокупность физиологических и химических процессов, направленных на поддержание постоянного температурного баланса тела человека в пределах 36-37 градусов.

Микроклимат характеризуется:

- температурой воздуха;
- относительной влажностью воздуха;
- скоростью движения воздуха;
- интенсивностью теплового излучения от нагретых поверхностей.

Работы, производимые в помещении операторной, являются работами средней степени тяжести категории Па.

Микроклиматические параметры в операторной:

- температура в холодный, теплый период равна 21, 22°C при норме 17-23°C;
- относительная влажность воздуха составляет 30% при норме 15-75%;
- скорость движения воздуха равна 0,1 м/с при норме от 0,1 до 0,3 м/с.

3. Вентиляция

Для обеспечения нормальных санитарных условий в производственных помещениях предусмотрена принудительная приточная вентиляция, а также вытяжная вентиляция. Кроме того, помещения горячей и продуктовой насосных оборудованы аварийной вытяжной вентиляцией.

Естественная вентиляция помещения осуществляется через дефлекторы и фрамуги.

Продувка эл. двигателей насосов и создание в них избыточного давления осуществляется приточными вентиляторами.

В операторной предусмотрена сигнализация работы вентиляционных систем.

Для обеспечения подогрева воздуха, подаваемого в помещения и на обдув эл. двигателей в зимнее время, установлены калориферы, отопление которых осуществляется теплофикационной водой.

4. Вредные вещества

Вредные вещества, способные оказать вредное воздействие на человека, и их характеристики, характер воздействия на организм человека, меры первой помощи пострадавшим, методы перевода (нейтрализации) вещества в безопасное состояние представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Характеристика вредных веществ и меры профилактики

Вредный или опасный производственный фактор	Характер и результат воздействия на организм	ПДК	Меры профилактики
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Стирол	Обладает общим токсическим действием. Вызывает поражение крови и кроветворных органов.	30/10	Соблюдение техники безопасности, применение средств индивидуальной защита.
Углеводородный конденсат (стирол> 50%, ЭБ=40%, бензол<4%, толуол<6%)	Обладает общим наркотическим действием. Влияет на кроветворные органы, печень	30/10 (по стиролу)	Постоянный контроль предполагаемых мест разгерметизации трубопроводов и оборудования, работать в противогазе. Вентиляция. Средства индивидуальной защиты.

Продолжение таблицы 6.2

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Этилбензол	Обладает общим токсическим действием. Вызывает поражение крови и кроветворных органов.	50	Соблюдение техники безопасности, применение средств индивидуальной защита.

Бензол-толуольная фракция (бентол)	Действует наркотически.	—	Соблюдение техники безопасности, применение средств индивидуальной защита.
Топливный газ,	При высоких концентрациях вызывает удушье, кислородное голодание, головную боль, рвоту, тошноту, слабость, одышку, судороги. Возможна потеря сознания. Действует наркотически.	ГОСТ12.1.0 05-88 300/100 мг/м3	Постоянный контроль предполагаемых мест разгерметизации трубопроводов и оборудования, Вентиляция. Средства индивидуальной защиты.
Абгаз (Н2=82-89% об., СО2<11%об., СО=0,9% об.)		20 (по СО)	
Жидкость низкотемпературная	Ядовита, обладает наркотическим действием, проникает через кожные покровы	5	Соблюдение техники безопасности, применение средств индивидуальной защиты.
Катализатор К-28М, СТАЙРОМАКС-ПЛЮС, 6)	Катализаторная пыль Токсичная. Болезнь лёгких.	4 (по оксиду железа)	Соблюдение техники безопасности, применение средств индивидуальной защиты.

5. Освещение помещений и рабочих мест операторов

Правильное освещение помещения и непосредственно рабочих мест имеет первостепенное значение для охраны труда, сохранения здоровья работников, повышения комфортности и, как следствие, повышение производительности труда.

Неудовлетворительное освещение вызывает утомление, болезни глаз, головные боли и может быть причиной производственного травматизма.

Искусственное освещение в помещениях эксплуатации ПЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения.

Рабочие места с ПЭВМ по отношению к световым проёмам должны располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку преимущественно слева.

Оконные проёмы в помещениях использования ПЭВМ должны быть оборудованы регулируемыми устройствами типа: жалюзи, занавесой, внешними козырьками.

В помещении операторной цеха №126/127 имеется как естественное освещение, так и искусственное. Искусственное освещение помещения

осуществляется в виде общей системы освещения с использованием люминесцентных источников света (лампами типа ЛД) в светильниках общего освещения.

6. Расчет искусственного освещения

Основными задачами при проектировании искусственного освещения является определение числа и мощности светильников, необходимых для обеспечения нормируемой освещенности.

Для расчета общего равномерного искусственного освещения используется метод коэффициента использования светового потока, согласно которому необходимо определить потребный расчетный световой поток ламп в каждом светильнике, при котором достигается значение наименьшей нормируемой освещенности рабочей поверхности.

Согласно СНиП 23-05-95 характер зрительных условий и точность работ, выполняемых в операторной, относится к IV разряду с коэффициентом нормируемой освещенности 1,2 % (К.Е.О.).

Расчет освещения в операторной выполняется по методу коэффициента использования.

Основное расчетное уравнение метода:

$$\Phi_p = E_{min} \cdot S \cdot K_z \cdot Z \cdot (N \cdot \eta)^{-1} \quad (6.1)$$

где Φ_p – световой поток ламп одного ряда, при котором достигается значение наименьшей нормируемой освещенности рабочей поверхности, лм;

E_{min} – минимальная нормируемая освещенность, 250 лм;

S – площадь производственного помещения, 108 м²;

$K_z = 1,4$ – коэффициент запаса;

$Z = 1,1$ – коэффициент, учитывающий неравномерность освещения для люминесцентных светильников;

N – число рядов;

η – коэффициент использования светильников;

Для расчетов Φ_p необходимо знать коэффициент использования светильников. Его определяют по индексу помещения i и коэффициентам отражения от стен, потолка, пола.

Индекс помещения находится по следующей формуле:

$$i = (a \cdot b) / (h \cdot (a + b)) \quad (6.2)$$

где $a = 18$ м – длина операторной;

$b = 6$ м – ширина операторной;

h – расчетная высота подвеса светильников, м.

Высоту подвеса светильника h находят по следующей формуле:

$$h = H_{\text{п}} - h_c - h_p \quad (6.3)$$

где $H_{\text{п}} = 4$ м – высота помещения от пола до линии подвеса светильников;

h_c – высота свеса светильников, принимается равной 0,2 - 0,25 м;

$h_p = 0,8$ м – высота рабочей поверхности, принимается равной.

По формуле (6.3):

$$h = 4 - 0,25 - 0,8 = 2,95 \text{ м}$$

Находим индекс операторной по формуле (6.2):

$$i = (18 \cdot 6) / (2,95 \cdot (18 + 6)) = 1,53 \text{ м}$$

Расстояние между рядами светильников (L) принимают равным $(1,2 - 1,5)h$, т.е. $L = 1,3 \cdot 2,95 = 3,8 \text{ м}$.

Следовательно, число рядов $N = 2$.

Принимаем приблизительные значения коэффициентов использования светового потока:

коэффициент отражения от потолка $\rho_{\text{п}} = 70\%$;

коэффициент отражения от стен $\rho_{\text{с}} = 50\%$;

коэффициент отражения от пола $\rho_{\text{п}} = 10\%$.

По таблицам находим коэффициент использования для светильников ЛДОР. В данном случае $\eta = 47\%$.

Все найденные значения подставляем в формулу (6.1) и получаем световой поток светильников:

$$\Phi_p = 250 \cdot 108 \cdot 1,4 \cdot 1,1 \cdot (2 \cdot 0,47)^{-1} = 44234 \text{ лм}$$

Потолок операторного помещения оборудуется светильниками ЛД с двумя лампами ЛД 80-4. Световой поток одной лампы ЛД 80-4 составляет 3865 лм.

Число светильников в одном ряду определяется по выражению:

$$n = \Phi_p / \Phi_{\text{св}} \quad (6.4)$$

где $\Phi_{\text{св}}$ – световой поток светильника;

$\Phi_{\text{ряда}}$ – световой поток ряда;

$$n = 44234 / (2 \cdot 3865) = 5,7 \approx 6$$

По ГОСТ 6825-74 выбираем тип люминесцентной лампы: тип лампы ЛД 80-4, в светильнике 2 лампы, мощность 80 Вт, световой поток лампы равен 3865 лм, число светильников в ряду – 6.

7. Техника безопасности

Для безопасного ведения технологического процесса необходимо соблюдать следующие правила:

- эксплуатировать оборудование и аппараты в соответствии с требованиями технологического регламента, правил по технике безопасности, пожарной безопасности;
- регулярно контролировать воздушную среду в производственных помещениях на наличие взрывоопасных веществ, повышенное содержание которых может привести к пожару или взрыву, а также к отравлению обслуживающего персонала;
- своевременно проводить ремонт, чистку оборудования, арматуры, трубопроводов в целях предотвращения выхода из строя, что в свою очередь может привести к загазованности, пожару или взрыву;
- обслуживающий персонал должен знать возможные аварийные ситуации в цехе и уметь немедленно принимать меры по ликвидации аварий и их последствий;

- основное оборудование должно быть оснащено системами автоматического регулирования, аварийной сигнализации и блокировки;
- освещение и электрооборудование в цехе должны быть во взрывобезопасном исполнении, арматура и проводка в исправном состоянии и герметичны;
- все движущиеся и вращающиеся части электродвигателей, насосов и вентиляторов должны быть надёжно ограждены;
- курение и приём пищи на территории и в производственных помещениях не допускается. Для курения и приёма пищи организованы специально отведённые и оборудованные места;
- в цехе не должны пользоваться переносным освещением с напряжением выше 12В;
- необходимо содержать в чистоте и исправном состоянии технологическое оборудование, коммуникации, арматуру и приборы КИПиА;
- при работе необходимо следить за нагревом трущихся частей насосов и механизмов, не допуская их перегрева. Перегрев может вызвать воспламенение перекачиваемых продуктов;
- аппараты и трубопроводы с температурой стенки более 450С должны иметь защитную теплоизоляцию;
- для предотвращения отравлений вредными веществами и для защиты органов дыхания использовать фильтрующий противогаз марки БКФ;
- для защиты кожи лица, рук, головы, а также для защиты глаз от токсичных веществ необходимо применять: костюм хлопчатобумажный с огнезащитной пропиткой, костюм суконный, бельё нательное, ботинки кожаные, резиновые перчатки, рукавицы брезентовые, куртка хлопчатобумажная на утеплённой прокладке, защитная каска, защитные очки;
- обязательно в цехе наличие аварийных запасов противогазов и спецодежды.

Требования к безопасности, применяемые к аппаратам, работающим под давлением:

- надёжность конструкций;

- материалы, применяемые для изготовления, должны обладать хорошей свариваемостью, прочностью, пластичностью;
- монтаж и ремонт аппаратов и их элементов должны проводиться по технологии;
- наличие запорной арматуры.

В процессе нефтепереработки выделение токсичных, огне и взрывоопасных веществ через не плотности оборудования увеличивает пожаро и взрывоопасность, создает возможность отравления обслуживающего персонала. Герметичность оборудования машин и коммуникаций, а также установка оборудования абсолютно герметичного типа - основа безопасности химического производства.

Для предотвращения газовыделений проводится проверка оборудования и трубопроводов на плотность (герметичность) методом пневматических испытаний воздухом, азотом или другим инертным газом.

Пневматическому испытанию подвергаются сосуды, аппараты и трубопроводы, работающие с горючими, взрывоопасными газами или жидкостями. При достижении в испытуемом агрегате рабочего давления, подачу воздуха или газа прекращают и устанавливают наблюдение за падением давления.

Сосуд признается выдержавшим испытание на плотность и пригодным к эксплуатации, если падения давления за один час не превышает 0,1 % при токсичных и 0,2 % при пожаро - и взрывоопасных средах для вновь устанавливаемых сосудов и 0,5% для сосудов, подвергающихся повторному испытанию.

Требования к герметичности оборудования и установления предельного количества вредного вещества, которое может из него выделиться в воздух, позволяет контролировать состояние оборудования в процессе эксплуатации, а также при приемке его из монтажа и ремонта.

При соблюдении техники безопасности используют средства защиты, которые подразделяются на две категории: средства коллективной защиты, средства индивидуальной защиты.

Средства коллективной защиты в зависимости от назначения делятся:

- средства нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест;
- средства нормализации освещения производственных помещений и рабочих мест;
- средства защиты от шума и вибрации;
- средства защиты от статического электричества;
- средства защиты от высоких и низких температур окружающей среды;
- применяется дистанционное управление технологическим процессом с использованием современной системы автоматического контроля и управления.

Средства индивидуальной защиты:

- изолирующие костюмы;
- спецодежда (комбинезоны, куртки, брюки, костюмы, халаты);
- спецобувь (сапоги, ботинки, туфли, галоши);
- средства защиты органов дыхания (противогазы, респираторы, маски);
- средства защиты головы (каска, шлемы, шапки);
- средства защиты рук (рукавицы, перчатки);
- средства защиты глаз (защитные очки);
- средства защиты органов слуха (противошумные шлемы, наушники, вкладыши);
- предохранительные приспособления (пояса, диэлектрические коврики, ручные захваты, наколенники);
- защитные дерматологические средства (моющие пасты, кремы, мази.).

8. Электробезопасность

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электромагнитного поля и статического электричества.

По опасности поражения людей электрическим током операторная и насосная относятся к I классу (ПУЭ) без повышенной опасности. По ПУЭ установка относится к классу В-1, насосная к классу В-1а.

Установка запитана по четырём вводам от объекта центрального энергоснабжения: 2-а ввода в РУ – 6 кВ, и 2-а ввода в КТП от УП – 13.

Характеристика применяемого электротока: переменный и постоянный, частота 50 Гц, напряжение – низковольтное до 1000 В и высоковольтное более 1000 В.

На установке применяется следующее электрооборудование: переносные светильники; ручной электроинструмент; электродвигатели насосов, вентиляторов, компрессоров, сварочные посты (СП), освещение, щиты освещения.

К защитным мерам от опасности прикосновения к токоведущим частям электроустановок относятся: изоляция, сплошные и сетчатые ограждения, блокировка, пониженные напряжения, электрозащитные средства, сигнализация, плакаты, защитное заземление и зануление.

Для защиты от поражения электрическим током при работе с электроинструментом, переносными светильниками или в помещениях с особой опасностью применяют пониженное напряжение питания электроустановок: 42, 36 и 12 В.

При обслуживании и ремонте электроустановок и электросетей обязательно использование электрозащитных средств, к которым относятся: изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками, диэлектрические перчатки, диэлектрические боты, калоши, коврики, указатели напряжения.

Присоединение технологических аппаратов к системе заземления осуществляется не менее чем в двух точках, а технологические трубопроводы заземляются через каждые 20 м, а также при входе в здание насосной.

Согласно ПУЭ сопротивление заземления в электроустановках до 1000 В не должно превышать 4 Ом.

Для защиты от ударов молний установлены молниеотводы на колоннах, дымовых трубах печей, соединенные с общим контуром заземления. Также установлены отдельно стоящие молниеотводы высотой 28 метров, обеспечивающие создание необходимых зон защиты.

Защита зданий и аппаратов от прямых ударов молний выполнена неизолированными стержневыми молниеприемниками, установленными на самых высоких точках зданий и сооружений (воздухозаборные шахты, постамент теплообменников, дымовая труба печи установки). Защита аппаратов, трубопроводов, насосного оборудования от вторичных проявлений молнии и от статического электричества, выполняется заземлением. Для предупреждения образования статического электричества на работниках запрещается ношение одежды из синтетических материалов и шелка, способствующих электризации.

9. Противопожарная профилактика

Пожарная безопасность – мероприятия, исключаящие возможность пожара и взрыва, а в случае возникновения предотвращающие воздействия на людей опасных и вредных факторов пожара и взрыва и обеспечивающие защиту материальных ценностей.

Пожароопасность определяется огнестойкостью конструкций, то есть способностью конструкций сопротивляться огню или повышению температуры в условиях пожара.

По НПБ - 105 - 95 установка по взрывопожарной опасности относится к категории «А». Температура вспышки паров различных продуктов, получаемых на установке, колеблется от -11 до 250 °С, температура самовоспламенения от 180 до 565 °С, область взрываемости углеводородных газов в смеси с воздухом от 1 до 8 % объёмных.

Причины возникновения опасности пожара и взрыва:

- нарушение технологического режима – 33 %;
- неисправности электрооборудования – 16 %;

- удары молний – 4 %;
- курение вне отведённого места – 20 %;
- неправильное ведение сварочных работ – 15 %;
- несвоевременная уборка розливов нефтепродуктов в насосных и на территории установки – 5 %;
- несвоевременное устранение пропусков и свищей во фланцевых соединениях, сальниках, торцевых уплотнениях – 7 %.

10. Основные требования по пожарной безопасности производства

Средства оповещения при пожаре и возможные пути эвакуации:

Объект 1477:

- Ручные пожарные извещатели установлены у входа в объект (необходимо отвести рычаг до упора, дождаться ответного сигнала и ожидать прибытия пожарной машины, с целью указания конкретного места пожара);
- В объекте имеются автономные пути эвакуации из каждого отделения;
- Из отделения насосной конденсации, расположенной на отметке 0,00м, имеется 4 выхода, в том числе через ворота, в которых есть дополнительная дверь;
- Из компрессорной, расположенной на отметке 0,000м, имеется 3 выхода, в том числе через ворота, в которых есть дополнительная дверь;
- Из отделения насосной ректификации, расположенной на отметке 0,000м, имеется 4 выхода, в том числе через ворота, в которых есть дополнительная дверь. Также есть возможность эвакуироваться на вышележащую отметку 6,000м по лестничному переходу. Из отделения клапанов, расположенном в помещении на отметке 6,000м, также имеется возможность эвакуироваться через 4 двери.

Конструкция наружной установки имеет возможность эвакуации через проходные площадки с выходом на 2 лестничных марша, опускающихся до отметки 0,00м.

11.Способы и необходимые средства пожаротушения

В силу применения и переработки на установке горючих и газообразных углеводородов могут быть применены следующие способы тушения пожара:

При загорании на наружных установках об.1476, 1477, 1480, 1092:

- прекращение подачи горючей жидкости, газа к источнику огня путем отключения и освобождения трубопроводов, аппаратов, узлов, агрегатов в дренажные емкости или на склад;
- тушение пламени с помощью огнетушителей, сильной струи воды, азота;
- накрытие очага пожара асбестовым полотном или засыпка песком;
- тушение очага пожара пеной;
- охлаждение рядом расположенных аппаратов водой от разводного кольцевого орошения по ректификационным колоннам от насоса-повысителя позиции Н-300.

При загорании в производственных помещениях об.1477, 1481, 1079, 1080:

- прекращение подачи горючей жидкости или газа к источнику огня;
- покрытие небольших очагов кошмой, асбестовым полотном или засыпка песком;
- покрытие очага пожара пеной от автоматической установки пенотушения;
- подача пара по системе паротушения при закрытых дверях, окнах и выключенной системе приточно-вытяжной вентиляции в об.1481, 1079;
- снятие пламени с помощью спаренных углекислотных огнетушителей типа ОУ-40.

При загораниях в производственных помещениях, в кабельных каналах операторных об.1477, 1481, 1079:

- тушение пламени с помощью углекислотных огнетушителей, асбестового полотна.

При загораниях на электрооборудовании:

- снятие напряжения;
- тушение пламени углекислотными огнетушителями, асбестовым полотном.

При загорании на производстве:

- тушение пламени подачей азота или пара.

В качестве средств тушения пожара на производстве предусмотрено:

- кольцевая сеть противопожарного водопровода с пожарными гидрантами на расстоянии не более 80 метров друг от друга;
- пенотушение в об.1477 от автоматической установки пенотушения и установки дистанционного пенотушения в об.1093;
- паротушение в насосном помещении об.1481, 1079;
- спаренные углекислотные огнетушители типа ОУ-80;
- огнетушители пенные ОХП-10, ОВП-10;
- огнетушители углекислотные - ОУ-5,7,8;
- асбестовое полотно;
- песок;
- разводка азота к ректификационным колоннам поз. К-302;К-312,К-322;
- водяное орошение колонн поз. К-302, К-312 и К-322;
- стояки пара и стояки азота.

12. Характеристика производственных зданий, помещений и наружных установок по пожаровзрывоопасности.

В таблице 6.2 дана характеристика производственных помещений, зданий и наружной установки по пожаровзрывоопасности.

Таблица 6.2 – Характеристика зданий, помещений и наружных установок по пожаровзрывоопасности

Наименование производственных помещений, наружных установок	Категория взрывопожарной и пожарной опасности (НПБ 105 – 95, НПБ 107-97)	Классификация взрывоопасных зон внутри и вне помещений для выбора и установки электрооборудования по ПУЭ			Группа производственных процессов по СНиП-П-92-76	Средства пожаротушения
		Класс взрывоопасной зоны	Категория и группа взрывоопасных смесей	Наименование веществ, определяющих категорию и группу взрывоопасных смесей		
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Отделение налива стирола об. 1080	A	B - Ia	II A - T2	стирол	III Б	Пожарный песок, ОХП-10, ОУ-80
Емкостный парк об.1092	Aн	B - Iг	II A - T2	этилбензол	III Б	лафетные установки, пожарный песок
Емкостный парк об.1480	Aн	B - Iг	II A - T1	стирол	III Б	лафетные установки, пожарный песок
Насосная ректификации об.1477	A	B - Ia	II A - T2	этилбензол	III Б	Пенотушение, пож.гидрант

Продолжение таблицы 6.2

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Насосная дегидрирования об.1477	Д			вода	-	пожарный песок
Машинный зал об.1477	А	В - Ia	II А - Т2	этилбензол	III Б	Пенотушение, пожарный песок
Наружная установка об. 1477	Ан	В - Iг	II А - Т2	этилбензол	III Б	паровая завеса водяное орошение, пожарный песок
Насосное помещение об. 1079, 1093, 1481	А	В - Ia	II А - Т2	этилбензол	III Б	Пенотушение, ОУ-80, ОХП-10, пожарный песок
Емкостный парк об.1072, 1072 а	Ан	В - Iг	II А - Т1	стирол	III Б	лафетные установки, пожарный песок, асбоплатно

ЭКОЛОГИЯ

1. Экологические проблемы производства стирола.

С ростом производственных сил и расширением хозяйственной деятельности негативные последствия воздействия человека на окружающую среду становятся все более ощутимыми. В настоящее время негативные воздействия человека на природу нередко приводят к непредвиденным изменениям в экологических системах, в процессах биосферы.

Ощутимый ущерб природной среде наносят нефтехимические, химические и нефтеперерабатывающие производства, выбросы которых (иногда без очистки) являются источниками загрязнения окружающей среды. Причины выбросов — расположение технологического оборудования на открытых площадках, неполная его герметизация, неудовлетворительная работа очистных сооружений.

Сбросами в реки и водоемы сточных вод химических и нефтеперерабатывающих предприятий обусловлено загрязнение воды. При сильном загрязнении воды ощущается недостаток кислорода для размножения и развития бактерий, которые разлагают химические загрязнители.

Загрязняющими агентами производства стирола каталитическим дегидрированием этилбензола являются: химзагрязнённые стоки, неконденсированный газ и дымовые газы.

Все эти факторы в процессе дегидрирования этилбензола создают определённые экологические проблемы, связанные с загрязнением гидросферы и атмосферы.

Мероприятия по решению экологического аспекта сокращения до минимума количества вредных отходов продуктами производства и уменьшения их воздействия на окружающую среду:

1) Перед дымовыми трубами применить следующие методы очистки газовых выбросов от газо- и парообразных токсичных выбросов:

- Абсорбционные методы – основаны на избирательной растворимости газо- и парообразных примесей в жидкости или на избирательном извлечении примесей химическими реакциями с активным компонентом поглотителя. В качестве абсорбентов применяют воду, растворы аммиака, солей марганца, суспензии гидроксида кальция, масла, этаноламины, сульфат магния и др. Степень очистки достигает до 99,9 %. Характеризуются непрерывность процесса, экономичностью и возможностью извлечения больших количеств примесей из газов;
- Адсорбционные методы – основаны на избирательном извлечении из парогазовой смеси определённых компонентов при помощи адсорбентов – твёрдых высокопористых материалов, обладающих развитой удельной поверхностью (силикагель, алюмогель, природные и синтетические цеолиты, активированный уголь). Характеризуются глубокой очисткой газов от токсичных примесей;
- Каталитические методы – основаны на реакциях в присутствии твердых катализаторов, т.е. на закономерностях гетерогенного катализа. Глубина очистки до 99,9 % при невысоких температурах, малых концентрациях и обычном давлении, установки просты в эксплуатации, малогабаритны и позволяют утилизировать реакцию теплоту, т. е. создавать энерготехнологические системы.

2) Использование мембранных процессов позволяет создать экономически эффективные и экологически безопасные технологии очистки и опреснения природных и промышленных сточных вод. В химической и нефтехимической промышленности доля оборотной и повторно используемой воды составляет более 80 % от ее общего потребления, дальнейшее снижение водопотребления может быть обеспечено в результате увеличения доли оборотного водоснабжения и разработки технологий, позволяющих сократить сброс сточных вод и уменьшить их загрязненность.

В отличие от традиционных методов очистки воды обратный осмос и ультрафильтрация позволяют одновременно очищать воду от органических и неорганических компонентов, бактерий и другого рода загрязнителей, при этом

часто удается довести концентрат до уровня, при котором становится рентабельной регенерация растворенных веществ, а очищенная вода может быть повторно использована в производстве или в иных целях. Таким образом, мембранные методы позволяют одновременно решать проблемы водоснабжения, водоочистки и утилизации ценных отходов.

Сточные воды производства стирола, со стадии дегидрирования часто не постоянны по составу и концентрации загрязнителей, вследствие чего в технологических схемах замкнутого цикла водопотребления необходимо использовать комбинированные установки баромембранного разделения. Использование ультрафильтрации и обратного осмоса в процессе очистки сточных вод даст дополнительную возможность более полного использования ресурсов замкнутого водооборотного цикла, что приведёт к меньшему использованию или окончательному прекращению дополнительной подпитки свежей воды в систему водопользования.

Таким образом, выше перечисленные меры по решению проблемы экологического аспекта на установке дегидрирования этилбензола для получения стирола решают не только санитарные, экологические и технологические проблемы, но и экономические, вследствие более рационального использования природных и человеческих ресурсов.

2. Охрана окружающей среды на производстве стирола

С целью уменьшения вредного воздействия производства стирола на окружающую среду выполняются следующие мероприятия:

- производится полная конденсация газообразных продуктов отделения ректификации со сливом их в дренажную емкость Е-1, откуда они опять подаются в производство;
- сжигание несконденсировавшегося газа отделения дегидрирования в пароперегревательной печи П-201/2;
- достижение максимальной герметичности трубопроводов и аппаратуры;

- освобождение оборудования и коммуникаций от остатков продуктов производства осуществляется в специальную емкость Е-2;
- сточные воды производства подвергаются отпарке в пенном аппарате Т-209;
- спуск продуктов производства в канализацию даже в аварийных случаях категорически запрещен, для спуска служат аварийные емкости парка промежуточных продуктов;
- осуществляется ежесуточный лабораторный контроль содержания углеводов и рН стоков в химзагрязненную канализацию;
- используется обратная вода;
- для исключения попадания продуктов производства в грунт наружные площадки бетонированы и имеют стоки в специальные подземные ёмкости.
- В соответствии с ГОСТом 24.525.04 – 91 п.3, с целью ограничения вредного воздействия производства на окружающую среду предусмотрено:
 - нормирование предельного выпуска по номенклатуре и количеству отходов производства, с определением мест захоронения и способов транспортировки;
 - нормирование предельного выпуска сточных и химически загрязнённых вод;
 - нормирование предельных выбросов в атмосферу;
 - нормирование предельного потребления свежей воды на единицу выпускаемой продукции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенной работы была модернизирована существующая схема автоматизации и внедрена современная АСУТП на базе микропроцессорной техники фирмы Yokogawa(Япония), соответствующая всем требованиям технологического процесса проектируемого участка установки стирола, приведенным в первом разделе данного проекта.

В разделе «Анализ процесса, как объекта управления» описаны основные регулируемые параметры и наиболее важные параметры контроля, проанализирована существующая в настоящее время система автоматизации.

Предложено использовать программно-технический комплекс Centum 3000, который позволит:

- осуществлять централизованный контроль значений технологических параметров, состояния оборудования;
- поддерживать технологические параметры на заданном уровне, фиксировать отклонение параметров от заданных;
- осуществлять контроль опасных отклонений параметров, определяющих взрыво- и пожароопасность производства;
- вырабатывать сигналы управления на исполнительные механизмы, препятствующие, возникновению или развитию аварийных ситуаций с выдачей информации на рабочее место оператора;
- вести архивирование технологических параметров.

Также был произведен расчет каскадной САР расхода пара в кипятильник Т-303 с коррекцией по разности температур между верхом и контрольной тарелкой в колонне К-302. В результате чего найдены оптимальные настройки регуляторов и показатели качества каскадной САР, свидетельствующие о соответствии рассчитанной системы регулирования требованиям и нормам регламента.

В данном проекте разработана система блокировки подачи пара в Т-303 при превышении давления в кубе колонны более 24,2 кПа и ее программная

реализация, которая удовлетворяет требованиям действующих нормативных документов и улучшает противоаварийную защиту оборудования.

В разделе «Экономическая часть», был произведен расчет срока окупаемости затрат на внедрение проектируемой системы автоматизации. При расчете он составил 6 лет.

Применение новой автоматизированной системы управления позволит существенно повысить точность измерений, за счет чего формируется более точная и своевременная информация о ходе технологического процесса, снижаются потери рабочего времени, уменьшается простой оборудования, повышается ритмичность производства, оперативность управления. Кроме того, усилен контроль над содержанием вредных веществ в окружающей среде. Такая АСУТП даст возможность оптимально управлять процессом с получением продуктов высокого качества при соблюдении условий безопасного ведения технологического процесса.

В результате проделанной работы, поставленные в начале этого проекта цель и задачи достигнуты.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ўзбекистон Республикаси Президенти И.А. Каримовнинг 2011 йилнинг асосий якунлари ва 2012 йилда Ўзбекистоннинг ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг устувор йўналишларига бағишланган Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг мажлисидаги “2012 йил Ватанимиз тараққиётини янги босқичга кўтарадиган йил бўлади” мавзусидаги маърузасини ўрганиш бўйича ўқув қўлланма. - Т.: Иқтисодиёт. - 2012. - 282 бет.
2. Гартман Т.Н. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов. М. ИКЦ “Академкнига”, 2006 – 416 с.
3. Бесекерский В.А. Теория систем автоматического управления: учебник для ВУЗов / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. - СПб: Изд-во «Профессия», 2003 г. - 747с.
4. Благодарный Н.С. Методические указания для выполнения дипломных проектов по специальности 220301 – Автоматизация технологических процессов и производств / Н.С. Благодарный, Н.В. Кузьменко. - Ангарск: АГТА, 2009 г. - 35с.
3. ГОСТ 12.1.002-75 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.
4. ГОСТ 12.1.003-85 Шум. Общие требования безопасности.
5. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
6. ГОСТ 12.1.007-76 Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
7. ГОСТ 12.1.012-90 Вибрация. Общие требования к безопасности.
8. ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования.
9. ГОСТ 12.1.030-88 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.

10. ГОСТ 21.404-85. Условные обозначения.
11. ГОСТ 21.408-93. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов.
12. Гребнева С.И. Учебно-методические указания к дипломному проектированию по разделу «Безопасность жизнедеятельности» для студентов специальности 220301 / С.И. Гребнева, Л.П. Шильникова. - Ангарск: АГТА, 2008 г. - 47 с.
13. Давыдов Р.В. Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Теория автоматического управления» для студентов специальности 21.02. / Р.В. Давыдов, М.И. Петрочук. - Ангарск: АГТА, 2005 г. - 28 с.
14. Дугар-Жабон Р.С. Методические указания к выполнению экономической части дипломных проектов и дипломных работ для специальности 220301 «Автоматизация технологических процессов и производств» / Р.С. Дугар-Жабон, А.И. Колесник. - Ангарск: АГТА, 2011 г. - 40 с.
15. Дудников Е.Г. Автоматическое управление в химической промышленности: учебник для вузов. - М. Химия, 1987 г.
16. Калиниченко А.В. Справочник инженера по контрольно-измерительным приборам и автоматике. - М.: ИНФРА-Инженерия, 2008 г.
17. Ключев А.С. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. М.: Энергоатомиздат, 1990. - 464 с.
18. Колпачков В.И. Производственная эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт энергетического оборудования (Справочник) / В.И. Колпачков, А.И. Ящура. - М.: Энергосервис, 1999 г.
19. Куропаткин П. В. 93 Теория автоматического управления. Учебное пособие для электротехнических специальностей вузов. М., «Высшая школа», 1973 528 стр.
20. Г.В. Макаров. Охрана труда в химической промышленности. М.: