ПАО «Казаньоргсинтез»

СИСТЕМА УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ЗАВОДА бисфенол А

Отчет по настройке базового управления

на 30 листах

|  |  |
| --- | --- |
| Руководитель проекта |  |
| ООО «Т-Софт» | Сафин З.И. |
|  |  |

2023

Оглавление

[1 ВВедение 3](#_Toc139619760)

[1.1 Структура документа 3](#_Toc139619761)

[1.2 Исходные данные для разработки 3](#_Toc139619762)

[2 Анализ работы базового регулирования 4](#_Toc139619763)

[2.1 Перечень основных контуров регулирования АСУТП 5](#_Toc139619764)

[2.2 Анализ базового регулирования 7](#_Toc139619765)

[2.2.1 Расход РМ после Р-2/1 8](#_Toc139619766)

[2.2.2 Расход РМ после Р-2/5 10](#_Toc139619767)

[2.2.3 Расход окислительной шихты из Т-4/1 12](#_Toc139619768)

[2.2.4 Расход РМ на К-14/2 14](#_Toc139619769)

[2.2.5 Расход РМ на К-14/3 16](#_Toc139619770)

[2.2.6 Расход РМ на К-14/4 18](#_Toc139619771)

[2.2.7 Температура УРМ после Т-25/4 21](#_Toc139619772)

[3 Результаты настройки базового регулирования 24](#_Toc139619773)

[3.1 Порядок проведения тестирования и полученные отклики 24](#_Toc139619774)

[3.2 Описание выявленных проблем 24](#_Toc139619775)

[3.3 Выводы 27](#_Toc139619776)

[4 Перечень принятых сокращений и определений 28](#_Toc139619777)

# ВВедение

Настоящий документ содержит отчет по настройке базового управления в рамках проекта создания СУУТП на заводе Бисфенол А.

## Структура документа

Отчет включает в себя анализ работы базового регулирования и выводы о степени его готовности к внедрению СУУТП;

## Исходные данные для разработки

Исходными данными для разработки данного документа являются:

* Технические требования на создание СУУТП завода Бисфенол А ПАО «Казаньоргсинтез»;
* комплект исходных данных, полученный от ПАО «Казаньоргсинтез»;
* результаты первичного обследования, предварительного тестирования установки и настройки базового регулирования, проведенных в период c 22.05.2023 по 02.06.2022.

# Анализ работы базового регулирования

Настоящий раздел содержит:

* анализ базового регулирования;
* рекомендации по дооснащению измерительными средствами;
* рекомендации по настройке и реконфигурированию базового регулирования.

Для анализа использовались исторические данные работы Установок за период 01.01.2021 – 01.06.2023 гг.

Необходимыми условиями для оценки работы контуров управления – «удовлетворительно для целей СУУТП-проекта» были автоматический режим управления и наличие в данных изменений по заданию регулятора.

Рекомендации предназначены для рассмотрения Заказчиком и принятия согласованных решений между Заказчиком и Подрядчиком по всем вопросам, обозначенным в документе.

Ниже приведен анализ работы ключевых контуров регулирования, а также исторические тренды их работы. На графиках **зелёной** кривой отображается значение полевого сигнала (PV-параметр), **красной** кривой отображается уставка ПИД-регулятора (SV-параметр) и **синей** кривой приводится также тренд выхода регулятора   
(MV-параметр).

Рекомендации по базовому регулированию сведены в единую таблицу.

## 

Перечень основных контуров регулирования АСУТП

Перечень основных контуров регулирования АСУТП и режимы их работы после настройки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные контуры регулирования АСУТП

| **№** | **Позиция** | **Описание** | **Проектный / фактический режим работы регулятора** |
| --- | --- | --- | --- |
|  | FIRC33700 | Расход окисл. шихты из T-4/1 | AUTO/AUTO |
|  | TIRCA31700 | Температура окисл. шихты из T-4/1 | AUTO/AUTO |
|  | FIRCA33701 | Расход РМ из Р-2/1 | AUTO/AUTO |
|  | FIRCA33709 | Расход тех. воздуха в Р-2/1 | AUTO/AUTO |
|  | FIRC33720 | Расход окисл. шихты из T-4/2 | AUTO/AUTO |
|  | TIRCA31720 | Температура окисл. шихты из T-4/2 | AUTO/AUTO |
|  | FIRCA33730 | Расход РМ из Р-2/2 | AUTO/AUTO |
|  | FIRCA33729 | Расход тех. воздуха в Р-2/2 | AUTO/AUTO |
|  | FIRC33740 | Расход окисл. шихты из T-4/3 | AUTO/AUTO |
|  | TIRCA31740 | Температура окисл. шихты из T-4/3 | AUTO/AUTO |
|  | FIRCA33747 | Расход РМ из Р-2/3 | AUTO/AUTO |
|  | FIRCA33746 | Расход тех. воздуха в Р-2/3 | AUTO/AUTO |
|  | FIRC33750 | Расход окисл. шихты из T-4/4 | AUTO/AUTO |
|  | TIRCA31750 | Температура окисл. шихты из T-4/4 | AUTO/AUTO |
|  | FIRCA33760 | Расход РМ из Р-2/4 | AUTO/AUTO |
|  | FIRCA33759 | Расход тех. воздуха в Р-2/4 | AUTO/AUTO |
|  | FIRC33770 | Расход окисл. шихты из T-4/5 | AUTO/AUTO |
|  | TIRCA31770 | Температура окисл. шихты из T-4/5 | AUTO/AUTO |
|  | FIRCA33777 | Расход РМ из Р-2/5 | AUTO/AUTO |
|  | FIRCA33776 | Расход тех. воздуха в Р-2/5 | AUTO/AUTO |
|  | FIRC33780 | Расход окисл. шихты из T-4/6 | AUTO/AUTO |
|  | TIRCA31780 | Температура окисл. шихты из T-4/6 | AUTO/AUTO |
|  | FIRCA33790 | Расход РМ из Р-2/6 | AUTO/AUTO |
|  | FIRCA33789 | Расход тех. воздуха в Р-2/6 | AUTO/AUTO |
|  | FIRC33080 | Расход окисл. шихты из T-4/7 | AUTO/AUTO |
|  | TIRCA31600 | Температура окисл. шихты из T-4/7 | AUTO/AUTO |
|  | FIRCA33010 | Расход РМ из Р-2/7 | AUTO/AUTO |
|  | FIRCA33090 | Расход тех. воздуха в Р-2/7 | AUTO/AUTO |
|  | FIRCA33802 | Расход РМ в К-14/1 | AUTO/AUTO |
|  | TIRCA318061 | Температура РМ из Т-15/1 | AUTO/AUTO |
|  | FIRCA33812 | Расход РМ в К-14/2 | AUTO/AUTO |
|  | TIRCA318161 | Температура РМ из Т-15/2 | AUTO/AUTO |
|  | FIRCA33822 | Расход РМ в К-14/3 | AUTO/AUTO |
|  | TIRCA318261 | Температура РМ из Т-15/3 | AUTO/AUTO |
|  | FIRCA33101 | Расход РМ в К-14/4 | AUTO/AUTO |
|  | TIRCA31630 | Температура УРМ после Т-15/4 | AUTO/AUTO |
|  | TIRCA318531 | Температура УРМ после Т-25/1 | AUTO/AUTO |
|  | TIRCA318631 | Температура УРМ после Т-25/2 | AUTO/AUTO |
|  | TIRCA318731 | Температура УРМ после Т-25/3 | AUTO/AUTO |
|  | TIRCA31650 | Температура УРМ после Т-25/4 | AUTO/AUTO |
| Примечание: АВТО – автоматический режим работы регулятора, РУЧ – ручной режима работы регулятора,  КАС – каскадный режим работы регулятора | | | |

## Анализ базового регулирования

Анализ проводился после настройки базового регулирования, выполненной в период с 22.05.2023 по 02.06.2022 в соответствии с согласованной «Программой настройки базового регулирования». Результаты настройки регуляторов сведены в таблицу 7.

Ниже приведены настроечные параметры и тренды работы регуляторов (до и после настройки), необходимость настройки которых была выявлена по результатам предварительного обследования. Голубой областью выделен период до настройки.

Работа остальных регуляторов установки удовлетворительна для целей внедрения СУУТ

* + 1. Расход РМ после Р-2/1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **FIRCA33701 –** Расход РМ после Р-2/1 | | | |
| Начальные настройки ПИД-регулятора | P=0 | I=320 | D=0 |
| Итоговые настройки ПИД-регулятора | P=120 | I=20 | D=0 |
| После настройки, в режиме «Автомат»: | | | |
| **Анализ работы контура регулирования:** настройка быланеобходимо для уменьшения времени переходного процесса (исходных данных для сравнения нет – данные по уставкам за этот период отсутствуют). После настройки регулятор отрабатывает изменение уставки в течение 5 минут. | | | |
| **Вывод:** для целей СУУТП-проекта контур регулирования отрабатывает удовлетворительно. Рекомендуется сконфигурировать фильтр для входного параметра регулятора с целью снижения передачи шумов на клапан. | | | |

* + 1. Расход РМ после Р-2/5

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **FIRCA33777 –** Расход РМ после Р-2/5 | | | |
| Начальные настройки ПИД-регулятора | P=400 | I=30 | D=0 |
| Итоговые настройки ПИД-регулятора | P=200 | I=20 | D=0 |
| После настройки, в режиме «Автомат»: | | | |
| **Анализ работы контура регулирования:** регулятор отрабатывает изменение уставки в течение 2 минут. Существенных изменений нет. | | | |
| **Вывод:** для целей СУУТП-проекта контур регулирования отрабатывает удовлетворительно. | | | |

* + 1. Расход окислительной шихты из Т-4/1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **FIRC33700 –** Расход окислительной шихты из Т-4/1 | | | |
| Начальные настройки ПИД-регулятора | P=400 | I=50 | D=0 |
| Итоговые настройки ПИД-регулятора | P=300 | I=20 | D=0 |
| После настройки, в режиме «Автомат»: | | | |
| **Анализ работы контура регулирования:** регулятор отрабатывает изменение уставки в течение 2 минут. Существенных изменений нет. | | | |
| **Вывод:** для целей СУУТП-проекта контур регулирования отрабатывает удовлетворительно. | | | |

* + 1. Расход РМ на К-14/2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **FIRCA33812 –** Расход РМ на К-14/2 | | | |
| Начальные настройки ПИД-регулятора | P=0 | I=120 | D=0 |
| Итоговые настройки ПИД-регулятора | P=380 | I=25 | D=0 |
| После настройки, в режиме «Автомат»: | | | |
| **Анализ работы контура регулирования:** время отработки изменения уставки регулятором уменьшилось и стало равно 5 минутам (исходных данных для сравнения нет – данные по уставкам за этот период отсутствуют). Колебания расхода снизились. | | | |
| **Вывод:** для целей СУУТП-проекта контур регулирования отрабатывает удовлетворительно. СКО до: 0.2 м3/ч, после: 0.15 м3/ч. | | | |

* + 1. Расход РМ на К-14/3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **FIRCA33822 –** Расход РМ на К-14/3 | | | |
| Начальные настройки ПИД-регулятора | P=0 | I=120 | D=0 |
| Итоговые настройки ПИД-регулятора | P=300 | I=12 | D=0 |
| После настройки, в режиме «Автомат»: | | | |
| **Анализ работы контура регулирования:** время отработки изменения уставки регулятором уменьшилось: было 8 минут и стало 4 минуты. | | | |
| **Вывод:** для целей СУУТП-проекта контур регулирования отрабатывает удовлетворительно. | | | |

* + 1. Расход РМ на К-14/4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **FIRCA33101 –** Расход РМ на К-14/4 | | | |
| Начальные настройки ПИД-регулятора | P=0 | I=120 | D=0 |
| Итоговые настройки ПИД-регулятора | P=350 | I=12 | D=0 |
| До настройки, в режиме «Автомат»:    После настройки, в режиме «Автомат»: | | | |
| **Анализ работы контура регулирования:** время отработки изменения уставки регулятором уменьшилось: было 8 минут и стало 4 минуты. | | | |
| **Вывод:** для целей СУУТП-проекта контур регулирования отрабатывает удовлетворительно. | | | |

* + 1. Температура УРМ после Т-25/4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **TIRCA31650 –** Температура УРМ после Т-25/4 | | | |
| Начальные настройки ПИД-регулятора | P=320 | **I=900** | D=0 |
| Итоговые настройки ПИД-регулятора | P=95 | I=1500 | D=0 |
| До настройки, в режиме «Автомат»:    После настройки, в режиме «Автомат»: | | | |
| **Анализ работы контура регулирования:** до настройки регулятор не держал уставку, после настройки уставку держит и колебания значительно снизились (в 2.5 раза).. | | | |
| **Вывод:** для целей СУУТП-проекта контур регулирования отрабатывает удовлетворительно. СКО до: 0.25 ºC, после: 0.1 ºC. | | | |

# Результаты настройки базового регулирования

Порядок проведения тестирования и полученные отклики

Предварительное тестирование проведено в период с 22.05.2023 по 02.06.2022 в соответствии с согласованной «Программой предварительного тестирования».

## Описание выявленных проблем

В таблице 5 указан список различных проблем, выявленных в ходе предварительного тестирования и обследования, а также предложения по их устранению.

Ранжирование критичности:

* 1 - не критично, косвенно может влиять на работу всей установки, загрузку операторов, снижает риски дестабилизации технологического режима, расчета материального баланса и др;
* 2 - критично для увеличения глубины автоматизации, влияет на технологический режим установки;
* 3 - критично для реализации лучшего способа управления, получения гарантированного и потенциальных эффектов.

Таблица 5 – Список проблем, выявленных в ходе предварительного тестирования

| Аппарат | Позиция | Наименование позиции | Проблема | Рекомендация | Критичность |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Цех № 0403 | | | | | |
| Колонна Р-2/1 | Клапан регулятора TIRCA31700 | Температура окисл. шихты после T-4/1 | Клапан открыт на 100 %, регулирование температурой окисл. шихты после T-4/1 невозможно | Замена теплообменника или снижение подачи оксил. шихты в T-4/1 | 3 |
| Колонна Р-2/2 | Клапан регулятора TIRCA31720 | Температура окисл. шихты после T-4/2 | Клапан открыт на 100 %, регулирование температурой окисл. шихты после T-4/2 невозможно | Замена теплообменника или снижение подачи оксил. шихты в T-4/2 | 3 |
| Колонна Р-2/3 | Клапан регулятора TIRCA31740 | Температура окисл. шихты после T-4/3 | Клапан открыт на 100 %, регулирование температурой окисл. шихты после T-4/3 невозможно | Замена теплообменника или снижение подачи оксил. шихты в T-4/3 | 3 |
| Колонна Р-2/4 | TIRCA31750 | Температура окисл. шихты после T-4/4 | Клапан открыт на 100 %, регулирование температурой окисл. шихты после T-4/4 невозможно | Замена теплообменника или снижение подачи оксил. шихты в T-4/4 | 3 |
| Колонна Р-2/5 | TIRCA31770 | Температура окисл. шихты после T-4/5 | Клапан открыт на 100 %, регулирование температурой окисл. шихты после T-4/5 невозможно | Замена теплообменника или снижение подачи оксил. шихты в T-4/5 | 3 |
| Колонна Р-2/6 | TIRCA31780 | Температура окисл. шихты после T-4/6 | Клапан открыт на 100 %, регулирование температурой окисл. шихты после T-4/6 невозможно | Замена теплообменника или снижение подачи оксил. шихты в T-4/6 | 3 |
| Колонна Р-2/7 | TIRCA31600 | Температура окисл. шихты после T-4/7 | Клапан открыт на 100 %, регулирование температурой окисл. шихты после T-4/7 невозможно | Замена теплообменника или снижение подачи оксил. шихты в T-4/7 | 3 |
| Колонна К-14/1 | FIRCA33802 | Расход РМ в К-14/1 | Сильные колебания расхода РМО на К-14/1 | Ревизия | 1 |
| Колонна Р-2/1 | TIRCA317041 | Температура 4-ой секции Р-2/1 | Клапан закрыт, замерзание зимой, регулирование температурой 4-ой секции Р-2/1 невозможно | Ревизия, теплообменника или снижение подачи оксил. шихты в T-4/1 | 2 |
| Колонна Р-2/2 | TIRCA317221 | Температура 2-ой секции Р-2/2 | Клапан закрыт, замерзание зимой, регулирование температурой 2-ой секции Р-2/2 невозможно | Ревизия, теплообменника или снижение подачи оксил. шихты в T-4/2 | 2 |
| Колонна Р-2/3 | TIRCA317431 | Температура 5-ой секции Р-2/3 | Клапан закрыт, замерзание зимой, регулирование температурой 5-ой секции Р-2/3 невозможно | Ревизия, теплообменника или снижение подачи оксил. шихты в T-4/3 | 2 |
| Колонна Р-2/3 | TIRCA317441 | Температура 7-ой секции Р-2/3 | Клапан закрыт, замерзание зимой, регулирование температурой 7-ой секции Р-2/3 невозможно | Ревизия, теплообменника или снижение подачи оксил. шихты в T-4/3 | 2 |
| Колонна Р-2/4 | TIRCA317511 | Температура 1-ой секции Р-2/4 | Клапан открыт на 100 %, регулирование температурой 1-ой секции Р-2/4 невозможно | Ревизия, теплообменника или снижение подачи оксил. шихты в T-4/4 | 2 |
| Колонна Р-2/4 | TIRCA317521 | Температура 2-ой секции Р-2/4 | Клапан закрыт, замерзание зимой, регулирование температурой 2-ой секции Р-2/4 невозможно | Ревизия, теплообменника или снижение подачи оксил. шихты в T-4/4 | 2 |
| Колонна Р-2/5 | TIRCA317721 | Температура 2-ой секции Р-2/5 | Клапан закрыт, замерзание зимой, регулирование температурой 2-ой секции Р-2/5 невозможно | Ревизия, теплообменника или снижение подачи оксил. шихты в T-4/5 | 2 |
| Колонна Р-2/5 | TIRCA317681 | Температура 5-ой секции Р-2/5 | Клапан закрыт, замерзание зимой, регулирование температурой 5-ой секции Р-2/5 невозможно | Ревизия, теплообменника или снижение подачи оксил. шихты в T-4/5 | 2 |
| Колонна Р-2/5 | TIRCA317691 | Температура 7-ой секции Р-2/5 | Клапан закрыт, замерзание зимой, регулирование температурой 7-ой секции Р-2/5 невозможно | Ревизия, теплообменника или снижение подачи оксил. шихты в T-4/5 | 2 |
| Колонна Р-2/7 | TIRCA31619 | Температура 1-ой секции Р-2/7 | Клапан открыт на 100 %, регулирование температурой 1-ой секции Р-2/7 невозможно | Ревизия, теплообменника или снижение подачи оксил. шихты в T-4/7 | 2 |
| Колонна Р-2/7 | TIRCA31618 | Температура 2-ой секции Р-2/7 | Клапан закрыт, замерзание зимой, регулирование температурой 2-ой секции Р-2/7 невозможно | Ревизия, теплообменника или снижение подачи оксил. шихты в T-4/7 | 2 |
| Колонна Р-2/7 | TIRCA31617 | Температура 3-ой секции Р-2/7 | Клапан закрыт, замерзание зимой, регулирование температурой 3-ой секции Р-2/7 невозможно | Ревизия, теплообменника или снижение подачи оксил. шихты в T-4/7 | 2 |
| Колонна Р-2/7 | TIRCA31619 | Температура 6-ой секции Р-2/7 | Клапан открыт на 100 %, регулирование температурой 6-ой секции Р-2/7 невозможно | Ревизия, теплообменника или снижение подачи оксил. шихты в T-4/7 | 2 |

## Выводы

Основные изменения в настройки ПИД-регуляторов внесены с целью уменьшения времени отработки регулятором изменений уставки для эффективного управления технологическим режимом.

Все регуляторы работали в режиме «Автомат», после настройки все регуляторы остались в режиме «Автомат».

Значительной проблемой, препятствующей реализации функций управления СУУТП является невозможность регулирования температуры окислительной шихты после теплообменников Т-4/1-7 на входе в колонны Р-2/1-7 (все клапаны подачи пара в Т-4/1-7 открыты на 100%). Данная проблема ведет к тому, что в Р-2/1-7 поступает окислительная шихта, температура которой ниже технологически требуемого. Для поддержания нормального протекания процесса окисления операторы держат клапаны подачи умягченной водой в секции со 2-ой по 8-ую колонн Р-2/1-7 практически закрытыми или вовсе закрытыми. В зимнее время это ведет к замерзанию воды в трубах.

Необходимо либо заменить теплообменники Т-4/-7 на мощнее или снизить подачу окислительной шихты в колонны.

# Перечень принятых сокращений и определений

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| АСУТП | – | Автоматизированная система управления технологическим процессом |
| КИПиА | – | Контрольно-измерительные приборы и автоматика |
| ПИД | – | Пропорционально-Интегрально-Дифференциальный |
| РСУ | – | Распределенная система управления |
| Система | – | Система усовершенствованного управления технологическими процессами Объекта (СУУТП) |
| СУУТП | – | Система усовершенствованного управления технологическим процессом |
| CV (СУУТП) | – | Контролируемый параметр СУУТП (Controlled variable) |
| MV (СУУТП) | – | Манипулируемый параметр СУУТП (Manipulated variable) |
| DV (СУУТП) | – | Возмущающий параметр СУУТП (Disturbance variable) |
| MV (ПИД-регулятор) | – | Управляющее выходное воздействие ПИД-регулятора (Manipulated output value) |
| PV (ПИД-регулятор) | – | Переменная процесса ПИД-регулятора (Process variable) |
| SP (ПИД-регулятор) | – | Задание ПИД-регулятора (Setpoint) |
| РМ | – | Реакционная масса |
| УРМ | – | Укрепленная реакционная масса |

**СОСТАВИЛИ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ФИО | Должность | Подпись | Дата |
| Гусев С. Н. | Ведущий инженер СУУТП |  | 07.2023 |
| Андреев Е. В. | Инженер СУУТП |  | 07.2023 |

**СОГЛАСОВАНО**

Со стороны ПАО «КАЗАНЬОРГСИНТЕЗ»:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ФИО | Должность | Подпись | Дата |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Со стороны ПАО «Сибур Холдинг»:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ФИО | Должность | Подпись | Дата |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |