ПАО «КАЗАНЬОРГСИНТЕЗ»

СИСТЕМА УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ завода поликарбонат

Методика расчета экономического эффекта

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

2023

**Оглавление**

[1 Методика оценки экономического эффекта от внедрения СУУТП 3](#_Toc141176502)

[2 Эффекты от внедрения СУУТП 4](#_Toc141176503)

[3 Перечень принятых сокращений и определений 6](#_Toc141176504)

# ВВедение

Настоящий документ разработан в рамках работ на разработку и внедрение системы усовершенствованного управления технологическим процессом СУУТП.

В настоящем документе представлена методика подтверждения фактической технико-экономической эффективности («достигнутого эффекта») на завершающем этапе проекта (ввод СУУТП в эксплуатацию).

Методика оценивания достигнутого эффекта будет применена при анализе результатов опытно-промышленной эксплуатации; результаты ее применения при оценивании достигнутого эффекта будут отражены в «Отчете по опытно-промышленной эксплуатации СУУТП».

# Методика оценки экономического эффекта от внедрения СУУТП

Оценка экономического эффекта заключается в сравнении ключевых показателей работы Систем в отчетный период и в базовый период до ввода Систем в эксплуатацию.

«Базовый» период работы установки – это период времени ее работы без использования СУУТП, совокупность данных о ТП за который (переменные ТП, данные лабораторно-аналитического контроля, показания поточных анализаторов и пр.) может быть использована в качестве сравнительной базы для оценки эффективности внедрения СУУТП.

Требования к «базовому» периоду работы установки:

значимость – базовый период должен составлять не менее двух недель общего времени в целях получения статистически значимых данных по показателям качества получаемых продуктов;

представительность – базовый период должен быть представительным и не содержать данных о «нехарактерных» технологических режимах: например, режимах низкой производительности установки, нехарактерного качества сырья, нерегламентированной технологической схемы переработки и/или номенклатуры получаемых продуктов.

«Отчётный» период работы установки – это период времени ее работы с использованием СУУТП, совокупность данных о ТП за который (переменные ТП, данные лабораторно-аналитического контроля, показания поточных анализаторов и пр.) может быть использована в качестве сравнительной базы для оценки эффективности внедрения СУУТП. Отчётный период должен характеризоваться устойчивой работой СУУТП и всех интегрированных с ней систем.

К «отчётному» периоду работы установки предъявляются такие же требования, как и к «базовому».

Базовый и отчётный периоды могут быть составлены из нескольких временных интервалов. Для базового и отчетного периода подходят данные с минимально возможным количеством смен производственных заданий по производительности и качеству продуктов, так как это осложняет дальнейшую статистическую обработку данных.

При расчете эффективности работы СУУТП рассматриваются и учитываются характеристики режима её работы, состояние манипулируемых и контролируемых переменных, заданные ограничения и т.п. В ходе анализа работы СУУТП и её эффективности учитывается состояние базового уровня управления и устранение выявленных проблем указанных в отчете по обследованию.

# Эффекты от внедрения СУУТП

В результате обследования, проведённого специалистами Подрядчика, были выявлены экономические эффекты внедрения систем усовершенствованного управления технологическими процессами, отображенные в таблице 1.1, которые могут быть достигнуты:

* повышением стабильности технологического режима оборудования;
* увеличением выхода наиболее ценного продукта;
* минимизацией энергопотребления.

Таблица 1.1 – Гарантированные экономические эффекты от внедрения СУУТП на производстве фенола и ацетона

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Установка | Технологическая цель оптимизации | Гарантированный эффект\* | | Экономический эффект в пересчёте на сырьё | Примечание |
|  |
| Производство фенола и ацетона | | | | | |  |
| ИПБ | Снижение пара на обогрев колонны К-1/1 | 0,76 т/ч | 6687 т/год | 8,36% |  |  |
| Окисление | Увеличение выхода ГПИПБ | 0.032 т/ч | 6687 т/год | 8,36% |  |  |
| \* Примечание: эффекты рассчитаны и будут достигнуты при загрузке установки не менее | | | | | |  |
| 726574 тонн/год. | | | | | |  |
| \*\* Примечание: эффекты рассчитаны и будут достигнуты при загрузке колонны К-1/1 установки БФА не менее | | | | | |  |
| 175290 тонн/год. | | | | | |  |

* + 1. Методика расчета экономического эффекта от внедрения СУУТП ИПБ

Эффект от внедрения СУУТП ИПБ выражен в снижении удельного расхода пара на обогрев куба колонны К-1/1 и определяется разностью удельных расходов в отчетный и базовый периоды:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.1) |

Расчет удельного расхода пара:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3.2) |

где, – расход пара в колонну или продукта с колонны за исследуемый период,

– расход питания в колонну за исследуемый период.

Эффект по снижению расхода пара за расчетный период определяется исходя из расхода питания колонны за данный период умноженного на изменение удельного расхода:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| * + 1. Методика расчета экономического эффекта от внедрения СУУТП ПК   Эффект от внедрения СУУТП ПК выражен в увеличении удельного выхода наиболее ценных продуктов и определяется разностью удельных расходов в отчетный и базовый периоды:   |  |  | | --- | --- | |  | (3.1) |   Расчет удельного расхода:   |  |  | | --- | --- | |  | (3.2) |   где, – выход товарного ПК за исследуемый период,  – расход начальной смеси в реактор R-460 за исследуемый период.  Эффект по увеличению выхода продукта за расчетный период определяется исходя из расхода начальной смеси в реактор R-460 за исследуемый период за данный период умноженного на изменение удельного расхода: |  |

Используемые для расчета эффекта параметры сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Параметры для расчета эффекта

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Описание показателя эффективности** | **Формула расчёта показателя эффективности** | **Позиции приборов участвующих в расчёте** | **Описание позиций участвующих в расчете** |
| Выход поликарбоната (т/ч) | Cпк = FI837/FI565 | FI837 | Расход товарного поликарбоната (т/ч) |
| FI565 | Загрузка реактора по начальной смеси (т/ч) |
| Удельный расход пара в К-1/1 (Гкал/т сырья) |  | FIC813 | Расход пара в Т-1(т/ч) |
| FIC809 | Загрузка колонны К-1 (т/ч) |

# 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 |
| СУУТП | – | Система усовершенствованного управления технологическим процессом |
| СКО |  | Среднеквадратичное отклонение |
| ТП | – | Технологический процесс |
| 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) |

**СОСТАВИЛИ**

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

**СОГЛАСОВАНО**

Со стороны ПАО «КазаньОргсинтез»:

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

Со стороны ПАО «Сибур Холдинг»:

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

**Приложение 1. Методы оценки снижения изменчивости ключевых переменных (ограничений) ТП**

Все дальнейшие расчеты по оценке снижения изменчивости проводятся на данных «базового» периода.



Рис. 1 –Снижение изменчивости показателя качества с последующим смещением среднего

Лежащее в основе данной методологии предположение состоит в том, что применение усовершенствованного управления приведет к уменьшению величины среднеквадратичного отклонения (СКО) ключевой переменной, характеризующей его изменчивость. В результате снижения изменчивости для «количественных» показателей возможно смещение среднего значения, как показано на рис. 1. Важно, чтобы выборка по ключевой переменной ТП за базовый период была как можно ближе к нормальному распределению данных, что проверяется, например, с помощью гистограмм распределения. Статистические выбросы (удаление от «среднего» на более, чем утроенное СКО) удаляются из выборки. В случае наличия для ключевого ограничения нескольких «нормальных» распределений в выборке (это может быть вызвано, например, сменой производственных заданий по соответствующей ключевой переменной – показателю качества), допускается расчет средневзвешенных статистических характеристик.

Среднее значение переменной определяется как:

 (1.1)

где:  – среднее значение переменой PV,

PVi – i-тый замер переменной PV,

n – число измерений.

Среднеквадратичное отклонение (СКО) определяется по следующей формуле:

 (1.2)

Уменьшение СКО после применения СУУТП оценивается как:

sapc = r × sbc (1.3)

где:

sapc – СКО в случае применения СУУТП; индекс «apс» означает «вариант с APC», т.е. управление установкой после внедрения СУУТП;

sbc – СКО в случае применения только базового регулирования (индекс «bс» означает «базовый вариант» (base case), т.е. управление установкой до внедрения СУУТП);

r – доля снижения СКО. Типичным является снижение на 10÷40%.

**Приложение 2. Эффекты от внедрения СУУТП**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Колонна | Технологическая цель  Оптимизации \*\*\* | Ожидаемый эффект | Гарантированный эффект при средней загрузке\* | Гарантированное изменение расходной нормы | Примечание |
| ЦГФУ-2 | | | | | |
| К-1/2 | Снижение пара в К-1/2 | 0,502 Гкал/ч | 4420 Гкал /год | 8,36 %\* |  |
| К-1/1 | Снижение пара в К-1/1 | 0,225 Гкал/ч | 1922 Гкал /год | 3,72 % |  |
| Е-7 | Максимизация выхода ПК за счет максимизации нагрузки установки получения поликарбоната | 0,12 т/ч | 1040 т/год | 6,38 %\*\* |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| \* Примечание: эффекты рассчитаны и будут достигнуты при загрузке колонны К-1/1 установки по производству БФА не менее 175290 тонн/год.  \*\*Примечание: эффекты рассчитаны и будут достигнуты при загрузке установки не менее  726574 тонн/год.  \*\*\* Суммарный эффект по снижению потребления пара по производству БФА составит 25874 Гкал/год. | | | | | |