



УДК 519.876.330.115

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ПИРОЛИЗА



OPTIMAL PYROLYSIS TECHNOLOGICAL PROCESS CONTROL

Магеррамова Тамелла Мустафа кызы

кандидат технических наук,
доцент кафедры «Управление и инженерия систем»,
Азербайджанский Государственный Университет
Нефти и Промышленности
tamellatm@gmail.com

Аббасов Ульви Тейюб оглы

магистр,
Азербайджанский Государственный Университет
Нефти и Промышленности
ulvi.abbasov.313.97@gmail.com

Magarramova Tamella Mustafa

Ph. D., Associate Professor of
Control and engineering systems,
Azerbaijan State University of
Oil and Industry
tamellatm@gmail.com

Abbasov Ulvi Teyyub

Master,
Azerbaijan State University of
Oil and Industry
ulvi.abbasov.313.97@gmail.com

Аннотация. На основе всестороннего анализа функционирования крупнотоннажного производства этилена и пропилена ЭП-300 исследуется печь пиролиза как объект управления. Даются принципы построения математической модели и математическая постановка задачи оптимизации исследуемого технологического процесса. Рассматриваются также вопросы разработки автоматизированной системы управления процессом пиролиза.

Annotation. Based on a comprehensive analysis of the functioning for the large-capacity production of ethylene and propylene EP-300, the pyrolysis furnace is investigated as a control object. The principles of constructing a mathematical model and the mathematical statement of the optimization problem for the researched technological process are given. The issues of developing an automated pyrolysis process control system are also considered.

Ключевые слова: автоматизированные системы управления, пиролизная печь, технологический процесс, стандартный пакет программ, объект управления, оптимальное управление.

Keywords: automated control systems, pyrolysis furnace, technological process, standard software package, control object, optimal control.

В настоящее время, практически во всех отраслях промышленности широко используются автоматизированные системы управления производственными процессами.

Рассмотрим один из важных и основных этапов этиленового производства – этап автоматизации оптимального управления технологическими процессами, функционирующими в пиролизных печах.

Ход технологического процесса происходит следующим образом: сырье (смесь первичного переработанного бензина с газовым бензином в соотношении 3 : 1 и др.) под давлением $7 \div 9 \text{ кг/см}^2$ с сырьевого амбара J-70, пройдя через электрический вентиль N5, далее подается в свободное межтрубное пространство теплообменника T-7/3, где он за счет циркулирующего котельного масла, нагреваясь до 120°C подается в общий коллектор печей F11 ÷ F14. После теплообменника T-7/3 температура бензина должна быть на таком уровне, чтобы он, проходя через диафрагму, не закипел.

Бензин, попадая в 1-ый отдел камеры печей, нагревается до температуры 175°C и испаряется до 40 %. На выходе 1-го отдела камеры он разбавляется с водяным паром и, проходя через 5-ый отдел конвекционной камеры, здесь, нагреваясь до температуры 268°C , подается в 6-ой отдел. Далее здесь четыре независимых потока разделяется на другие четыре потока и, нагреваясь до 576°C , направляются в радиационную камеру.

На выходе печи потоки А, В, С и D соединяясь, пирогаз с температурой до 825°C попадает в печи F11 ÷ F14, где в смеси с питательной водой охлаждается до температуры $350 \div 450^\circ\text{C}$. Быстрое охлаждение пирогаза необходимо для прерывания вторичных реакций, приводящих к потерям основных целевых продуктов. В результате охлаждения образуются насыщенные пары высокого давления.

Топливный газ из сепаратора E-40 с температурой $80 \div 90^\circ\text{C}$ поступает в общий коллектор, откуда в каждую из печей в отдельности посредством электрического вентиля M3 подается на исполнительный клапан регулятора давления НО (нормально открытый). С помощью данного клапана регулятора давления для всех свечей и, в одно и то же время, регулируется расход топливного газа. Это же, в свою очередь, завися от температуры потока «С» потока пирогаза, осуществляется изменением давления до клапана. В остальных трех потоках пирогаза выходные температуры корректируются расходом сырья посредством клапана регулятора расхода.

По мере сгорания топлива образующиеся дымовые газы, проходя через конвекционную камеру, отдавая свое тепло сырью и питательной воде с температурой $230 \div 300^\circ\text{C}$, поступает в общую ды-



моходную трубу и выбрасывается далее в атмосферу. Для определения необходимого коэффициента избыточного воздуха в проходе печи устанавливается система регулирования вакуума.

Для предотвращения контакта газонаполненной атмосферы с источником открытого пламени и создания паровой завесы вдоль радиационной камеры печи предусмотрена подача пара высокого давления $3,5 \text{ кг/см}^2$.

Питательная вода нагревается до температуры 170°C и под давлением $16,2 \text{ МПа}$ подается в общий коллектор, откуда распределяясь по печам поступает в Экономайзер (ЭКО), состоящего из 2-ой и 4-ой секций конвекционной камеры. Здесь вода нагревается до 328°C и поступает в паровые барабаны V11 ÷ V14. Для отделения пара высокого давления от капелек воды и безаварийной работы испарительного аппарата предусмотрено создание запасного резервуара воды.

В барабанах уровень воды поддерживается посредством системы клапанов, один из которых установлен на линии поступления питательной воды в ЭКО печи, а другой – на линии сброса остаточной воды в емкость V01. Из барабанов вода самотеком поступает в испарительный аппарат, откуда затем испаряется за счет тепла охлаждающего пирогаза и, полученная смесь воды с паром, снова возвращается в барабан для разделения.

В рассматриваемом технологическом процессе, выбрав регулируемые и контролируемые параметры, для их определения используются современные контрольно-измерительные приборы.

Исследовав печь пиролиза как объект управления, разработав его математическую модель, дается математическая постановка задачи оптимизации рассматриваемого технологического процесса.

Для решения поставленной задачи разработаны линейные и нелинейные математические модели. Для использования математической модели на режимные параметры накладываются соответствующие ограничения.

Используя стандартные пакеты программ, определяются регрессионные коэффициенты модели и математическая модель проверяется на адекватность.

Одним из основных стадий в производстве этилена считается процесс пиролиза. Во время протекания процесса пиролиза в печах, использующих в качестве сырья первичный переработанный бензин и смесь газового бензина, осуществляется их разделение под высоким давлением и температурой [1].

В настоящее время на заводе Этилен-пропилен Производственного Объединения АЗЕРХИМИЯ проводятся работы по модернизации. В связи со всеобъемлющей модернизацией, наряду с технологией первичной переработки, предусмотрена также модернизация и совершенствование систем управления им.

Здесь также предусмотрена реализация задачи управления пиролизными печами в виде комплекса автоматической системы управления. При решении данной задачи сталкиваются с нижеследующими проблемами:

- точность используемых измерительных приборов контроля и других средств автоматики ниже необходимого;
- частые запаздывания в контурах автоматического регулирования;
- низкое качество сжатого воздуха, передаваемого в пневматическую систему.

Если взять за основу все вышеперечисленные проблемы, для решения вышепоставленной задачи с помощью местных измерительных приборов контроля и средств автоматики, составляющих существующую пневмоавтоматическую систему, невозможно одновременно с измерением создать систему оптимального управления и оперативного контроля [2].

Для выполнения вышеуказанных требований используется система автоматизированного управления «ControlLogix 5580», разработанная фирмой «Allen-Bradley».

В соответствии с требованиями современных интеллектуальных машин и оборудования, контроллеры фирмы «ControlLogix 5580» в производстве обеспечивают более быстрое системное представление, производительность и безопасность.

Автоматизированная система управления «ControlLogix 5580» – многоуровневая [3]. Одним из этих уровней является непосредственное управление технологическим процессом, то есть посредством процессора на основе информации, собранной во всех первичных датчиков и ее соответствующей переработки, полученные управляющие воздействия подаются на соответствующие исполнительные механизмы.

На самом высшем уровне, требующая высокую точность результата вычислений, решение поставленной задачи осуществляется с помощью этой системы. Автоматизированная система управления «ControlLogix 5580» выполняет нижеследующие основные функции:

- контроль оператором за технологическим процессом посредством одного окна;
- проведение мониторинга и управление процессом в системе;
- формирование конфигурации системы;
- связь инженер-технолога непосредственно с рассматриваемой системой;



- создание условий для невозможности контроля за системой со стороны обслуживающего персонала;
- слежение со стороны инженер-технолога за такими проблемами, которые не поддаются данной системой диагностике и осуществление собственно самой диагностики;
- построение математической модели, осуществление оптимального и планированного управления рассматриваемым технологическим процессом.

В системе управления в качестве программы отражения информации использовался стандартный пакет программ, предлагаемый фирмой «Allen-Bradley». Система адаптируется к используемой программе только для ввода данных. С этой целью используется стандартное программное обеспечение.

Следует отметить, что в автоматизированных системах управления «ControlLogix 5580» используются очень мощные 18-ти и 32-х битовые процессоры [4]. Такие современные мощные микропроцессоры используются для решения задач управления очень сложными производственными процессами.

Основную концепцию построения автоматизированной системы управления «ControlLogix 5580», использующей принципы обратной связи, можно продемонстрировать на нижеперечисленных примерах:

- обеспечение контроля за технологическим процессом универсальной станцией посредством одного окна;
- обеспечение защиты и высокой производительности процесса со стороны оператора данной установки и связанных с этим процессом устройств;
- обеспечение всесторонней связи между всеми существующими устройствами данной системы посредством коаксиального кабеля с целью передачи данных и всех технологических показателей;
- локальное соединение системного модуля (LCN).

Отметим и то, что из-за внедрения рассматриваемой системы «ControlLogix 5580» в промышленности, отпала необходимость в сотнях измерительных приборов, функционирующих на пневмоавтоматических элементах, медной трубе малого диаметра и использовании тысячи метров кабеля [5].

Именно, внедрение подобной системы обеспечивает стабильность и надежность функционирования пиролизной печи, рост количества и повышение качества этилена в пирогазе.

Используя математическую модель, решена задача оптимального управления и определены оптимальные значения режимных параметров рассматриваемого технологического процесса [6].

С целью поддержания вычисленных значений оптимальных параметров в исследуемом технологическом процессе разработана система управления, использующая различные интеллектуальные измерительные приборы.

Литература:

1. Pyrolysis – GC/MS Data Book of Synthetic Polymers by Shin Tsuge, Hajima Ohtani, Chuichi Watanabe, 2011.
2. Эфендиев И.Р., Нуриев М.Н., Копысцкий В.Т. Алгоритмизация управления режимами реакторного блока производства этилена. – Баку, 1998.
3. PLC Programming using RSLogix 500 by Gary D. Anderson, 2015.
4. Control Systems Safety Evaluation and Reliability, 2nd Edition, 1998.
5. Industrial Data Communications: Fundamentals and Applications, 3rd Edition, 2002.
6. Ибрагимов И.А., Эфендиев И.Р. Методы оптимального управления нефтехимическими технологическими процессами. Теория и применение. – Баку, 1997.

References:

1. Pyrolysis – GC/MS Data Book of Synthetic Polymers by Shin Tsuge, Hajima Ohtani, Chuichi Watanabe, 2011.
2. Efendiev I.R., Nuriev M.N., Kopytsky V.T. Algorithmization for the control modes of the ethylene production reactor block. – Baku, 1998.
3. PLC Programming using RSLogix 500 by Gary D. Anderson, 2015.
4. Control Systems Safety Evaluation and Reliability, 2nd Edition, 1998.
5. Industrial Data Communications: Fundamentals and Applications, 3rd Edition, 2002.
6. Ibragimov I.A., Efendiev I.R. Methods of optimal control for petrochemical technological processes. Theory and application. – Baku, 1997.