МИНИСТЕРСТВО ВЫСПЕГО И СРЩІЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Московский ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени химико-технологический институт им.Д.И.Менделеева

На правах рукописи

ДАВЖЕЛЯН АМАЯК СУРЕНОВШ

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОТДЕЛЕНИЕМ СИНТЕЗА ПРОИЗВОДСТВА ВИНИЛАЦЕТАТА

05.13.07 - Автоматическое управление и регулирование, управление технологическими процессами в химической и нефтехимической промышленности

Диссертация

на соискание ученой степени кандидата технических наук



Научные руководители: доктор технических наук, профессор С.С.Хачатрян; кандидат технических наук,

старший научный сотрудник Г.Г.Арунянц

Москва - 1984

- 2 -

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

ВВЕДЕНИЕ 4

ГЛАВА I. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ХТС 8

1. Системный анализ проблемы проектирования систем управления ХТС 8
2. Методы синтеза многомерных систем регули­рования Г7
3. Анализ методологических аспектов математи­ческого моделирования динамики ХТС 27

Выводы и постановка задачи 32

ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА МЕТОДОЛОГИИ, АЛГОРИТМОВ И МАТЕ­
МАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕК­
ТИРОВАНИЯ САР ПАРАМЕТРОВ ХТС 36

2.1. Методологические аспекты проектирования МСАР
по многомерным методам Найквиста 36

1. Особенности стратегии проектирования МСАР. 36
2. Анализ чувствительности условий доминант­ности МСАР 39
3. Алгоритмы расчета параметров настройки ре­гуляторов многомерных систем 44
4. Алгоритмы расчета частотных характеристик и МПФ многомерных объектов с сосредоточен­ными и распределенными параметрами 48
5. Формализация и методология решения задачи оптимального проектирования 58

ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА МАТЕМТИЧЕСКЙХ МОДЕЛЕЙ И ПРОГРАМ­
МНЫХ МОДУЛЕЙ РАСЧЕТА ТИПОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОТДЕ­
ЛЕНИЯ СИНТЕЗА ВИНИЛАЦЕТАТА 70

1. Испаритель барботазсного типа 71
2. Кожухотрубчатые теплообменники ?6
3. Реактор синтеза винилацетата 82

**- з -**

1. Насадочныи колонный аппарат конденсации ПГС 93
2. Узел смешения 99

ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ОТДЕЛЕНИЕМ

СИНТЕЗА ВИНИЛАЦЕТАТА 102

1. Анализ объекта и постановка задачи управ­ления 102
2. Декомпозиция задачи управления НО
3. Разработка алгоритмов оптимального управ­ления 124
4. Оптимальное проектирование САР нижнего

уровня СУ 144

4.5. Алгоритм функционирования СУ отделением и

оценка ее эффективности ^

ВЫВОДЫ 174

ЛИТЕРАТУРА 176

ПРИЛОЖЕНИЕ 190

**- *ч* -**

ВВЕДЕНИЕ

Все возрастающие темпы потребления народным хозяйством стра­ны поливинилацетатных пластиков диктуют необходимость создания новых высокоэффективных и интенсификации действующих производств винилацетата (ВА) - основного исходного продукта в производствах поливинилацетатных пластиков. В соответствии с динамикой разви­тия отрасли на период до 2000 года выпуск винилацетата намечено увеличить более чем в 6 раз.

В повышении эффективности действующих и проектируемых произ­водств химической промышленности в решениях ХХУІ съезда КПСС важ­ное значение придается широкому внедрению автоматизированных сис­тем управления технологическими процессами (АСУ ТП).

Научно-технический прогресс в области теории и практики ав­томатизации химико-технологических систем (ХТС), появление широ­кой номенклатуры приборов и средств автоматизации, быстродейству­ющей вычислительной техники и совершенных математических методов переработки информации в корне изменили системы управления. На­иболее характерным стало построение многоуровневых иерархических систем, широкое использование в системах управления цифровых вы­числительных машин, человеко-машинных комплексов. Использование концепций иерархического управления позволяет значительно расши­рить круг задач управления, повысить эффективность систем.

Проектирование систем управления сложными ХТС является мно­гоэтапным творческим процессом, основанным на всестороннем ис­пользовании системных принципов проектирования. Системный подход в настоящее время становится одним из центральных моментов при проектировании сложных объектов и, в том числе, систем управле­ния ХТС, позволяющим выделять основные подсистемы исследуемого объекта, формализовать задачи, цели и функции этих подсистем и механизмы связей между ними, разрабатывать альтернативные вариан-

- 5 -

ты проектов, намечать последовательность действий по выбору опти­мальных вариантов, по реализации проектных решений и оценке ре­зультатов их использования.

Важной характеристикой систем управления является их слож­ность. Усложнение систем приводит к понижению их надежности, по­вышению эксплуатационных затрат и стоимости системы. Из этого следует важность разработки методов проектирования систем управ­ления с использованием формализованной оценки сложности систем.

Эта проблема в значительной мере относится также к проекти­рованию систем автоматического регулирования (САР) технологичес­ких параметров ХТС. Совокупность САР параметров ХТС, вследствие множества прямых и обратных технологических связей между элемен­тами ХТС, многомерности самих элементов ХТС, в общем случае пред­ставляет собой сложную многомерную систему автоматического регу­лирования (МСАР). Проектирование этих систем требует разработки корректных методов их декомпозиции, упрощающих процесс их синте­за без ущерба для сложности создаваемой системы.

Разработка методологии и стратегии проектирования рациональ­ных с точки зрения сложности САР параметров ХТС является одной из задач, результаты решения которых представлены в данной рабо­те.

Одним из главных ограничений, накладываемых на процесс про­ектирования при современных темпах развития промышленности, явля­ется сокращение сроков проектирования. В этих условиях особую важность приобретают вопросы создания систем и комплексов прик­ладных программ автоматизированного проектирования, разработки методов проектирования систем управления, ориентированных на ис­пользование вычислительных машин, математических моделей статики и динамики типовых элементов ХТС, служащих основой автоматизиро­ванного проектирования, а также алгоритмов управления и проектных

- 6 -

решений, типовых для определенных классов объектов. В этом отно­шении, вследствие однотипности структурного и аппаратурного офор­мления ХТС действующих и проектируемых производств ВА, разработка алгоритмов управления и математических моделей для технологических процессов этих производств имеет важное значение.

Отделения синтеза производств ВА на основе ацетилена включа­ют в свой состав группы параллельно функционирующих реакторов, имеющих нестационарные характеристики. Разработка алгоритмов уп­равления подобными объектами, помимо практического значения, пред­ставляет также определенный теоретический интерес.

Настоящая работа проведена в лаборатории математического мо­делирования Ереванского отделения 0Ш0 "Пластполимер" в соответ­ствии с тематическими планами по интенсификации действующих и созданию новых высокоэффективных производств ВА на основе ацети­лена, по разработке алгоритмов, программ и методологии автомати­зированного проектирования систем управления сложными ХТС и в со­ответствии с планами работ, предусмотренных целевой научно-техни­ческой комплексной программой 0.Ц.0І4.

Практические результаты работы в виде рекомендаций на проек­тирование и усовершенствование систем управления проектируемыми и действующими производствами выданы Кироваканекому НПО "Полимер-клей" и Ереванскому ПО "Поливинилацетат", в виде комплексов прог­рамм расчета статических и динамических характеристик процессов и аппаратов производств ВА, автоматизированного синтеза систем авто­матического регулирования - Кироваканекому НПО "Полимерклей", Центру САПР-ХИМ в Государственном научно-исследовательском и про­ектном институте азотной промышленности и продуктов органического синтеза, Ереванскому ОКЕА НПО "Химавтоматика".

Автор выражает глубокую благодарность своим научным руководи­телям за постоянную помощь и ценные консультации, а также сотруд-

- 7 -

никам кафедры кибернетики химико-технологических процессов им. Д.И.Менделеева за всемерное содействие при выполнении работы.

-ВЫВОДЫ

1. На основе системного подхода проведен анализ проблемы проектирования систем управления ХТС. Выделены основные этапы и методы проектирования систем управления с иерархической структу-рои.
2. Разработана методология оптимального проектирования САР параметров ХТС, основанная на эволюционной стратегии синтеза. При этом предложены: формализованная оценка сложности САР; способы декомпозиции задач синтеза и анализа САР, основанные на анализе "слабых связей" системы; способ выявления "узких мест" проектиру­емой системы регулирования и эвристические правила выбора, усло­вий доминантности и структуры матриц компенсаторов многосвязных систем регулирования.
3. Показана недопустимость использования, вследствие высо­кой чувствительности, условий доминантности по столбцам в прямом и по строкам в обратном многомерных методах Найквиста при проек­тировании МСАР объектами, строки МЇЇФ которых имеют различные по­рядки нулевых полюсов.
4. Разработан декомпозиционный алгоритм расчета настроек регуляторов с использованием условий доминантности по строкам для прямого и по столбцам для обратного методов Найквиста.
5. Разработаны эффективные алгоритмы расчета и аппроксимации частотных характеристик передаточными функциями для многомерных объектов с сосредоточенными и распределенными параметрами.
6. Разработаны математические модели статики и динамики ос­новных технологических элементов отделения синтеза производства винилацетата, а также кинетическая модель процесса синтеза вини-лацетата с учетом изменения активности каталитической системы.
7. Разработаны и внедрены в эксплуатацию в ряде проектно-конструкторских организаций отрасли комплексы программ расчета

- 175 -

математических моделей основных технологических элементов произ­водства винялацетата и автоматизированного расчета и анализа САР.

8. Разработана двухуровневая система оптимального управления
отделением синтеза винилацетата, в том числе:

* корректная форма постановки задачи оптимального управления параллельно функционирующими нестационарными реакторами при огра­ничениях по потребляемому сырью;
* алгоритмы решения задач идентификации математических моде­лей и оптимизации квазистатических режимов технологической систе­мы, ориентированные на реализацию в рамках АСУ" ТП;
* программное и информационное обеспечения верхнего уровня системы;
* оптимальные структуры и операторы управления САР технологи­ческих параметров;
* алгоритмы функционирования системы управления в целом.

Примененные подхода при формализации задачи управления неста­ционарными агрегатами, ее декомпозиции и решении могут быть исполь­зованы при аналогичных разработках.

9. Проведены технико-экономические исследования разработан­
ной системы управления. Экономические эффекты от внедрения выдан­
ных Ереванскому ПО "Поливинилацетат" и Кироваканскому НПО "Поли-
мерклей" рекомендаций по усовершенствованию и проектированию сис­
тем управления действующим и создаваемым производствами БА состав­
ляют соответственно 169,6 тыс.руб. и 257,2 тыс.руб.